

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS



**PERSPECTIVAS DEL BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA PARA
LAS ZONAS RURALES DE MÉXICO: CASO CHIAPAS**

Por:

GUIYER EUSELMAR VÁZQUEZ GONZÁLEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2011.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA

**PERSPECTIVAS DEL BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA PARA LAS
ZONAS RURALES DE MÉXICO: CASO CHIAPAS.**

Por:

GUIYER EUSELMAR VÁZQUEZ GONZÁLEZ

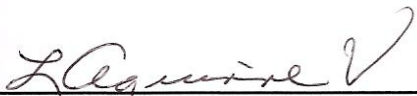
TESIS

Que somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:

LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS


Aprobada por el Comité de Tesis

Presidente del Jurado



Dr. Luis Aguirre Villaseñor

Sinodal Principal



Dr. Juan Carlos Zúñiga Enríquez

Sinodal



Dr. Jesús Fuentes Rodríguez

Sinodal



M.C. Esteban Orejón García
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"
Socioeconómicas.

Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas.



M.A.E. Tomás E. Alvarado Martínez.

Buenavista, Saltillo. Coahuila. México.
Marzo del 2011



**DIV. CS. SOCIOECONOMICAS
COORDINACION**

AGRADECIMIENTOS.

A Dios en primer término por el auxilio espiritual en cada ausencia de ánimo, a cada paso equivocado, por los comentarios absurdos de cada mal resultado que llevaron al desequilibrio sobre el propósito de lo que aspiraba aun sabiendo los términos teológicos.

A mi **ALMA TERRA MATER** por moldear un profesional más, a sus propios detalles y resaltarla con orgullo en cualquier parte con el estandarte de ser NARRO.

A Dr. **Juan Carlos Zúñiga Enríquez** por el apoyo ético, moral y académico para la culminación de este trabajo resaltando la etiqueta de amistad empatando en un gran amigo y catedrático.

Al M.C **Esteban Orejón García** y al Dr. **Aguirre**. Por colaborar en esta investigación dándole importancia a las necesidades que requería para terminar este trabajo, por la cuestiones de amistad geniales amigos y de académicos excelentes profesores.

Al Dr. **Enrique Navarro Guerrero** por inculcarme el seguir adelante ante los diferentes contextos de la vida y principalmente en lo profesional, por el apoyo siempre presente a cualquier momento, sin duda su apoyo da buenas razones de que hablar.

A mis pocos grandes hermanos socialmente llamados amigos, sin duda no hace falta hablar de su indiscutible amistad: Daniel Soto, Miguel A. López y esposa, Esteban Olivares, Audocio Martínez, Jeremías Méndez, Anuar Roblero, Everardo Vázquez, Nehemías Roblero, Marco A. González, Rudix Nájera, Daniel reyes, por cambiar los escenarios melancólicos de mal sabor en resultados de risas que se transformaban en carcajadas. A mis únicos amigos de mi infancia, Erick Guzmán, (+) Freddy Santizo, Iriban López, Gadiel Velázquez. A mis amigas Maye Molina, Berenice Bocanegra, Brenda Alvarado, Carmelita Cabrera, Esmeralda López. Especialmente a Verónica Trejo Gracias a todos por presumir que son mis amigos.

A mis geniales compañeros en la universidad: José de la cruz, Alma Vázquez, Rusbel, Eduardo navarro, Oliver Toscano, Benjamín Bravo, Alicia López, Marina Celis.

DEDICATORIAS:

Con admiración y orgullo a mis padres:

Sr. Guilebaldo Vázquez Rivera

Sra. Olivia González González

En primera instancia por darme la vida y formar una familia con grandes afectos de cariño, llena de armonía, de amor, cobijado en el apoyo mutuo sobre las diferentes decisiones personales, orgullosamente afortunado de crecer bajo sus brazos. Porque definitivamente han sido participes en mi vida, colaborando en mis aspiraciones y para eso, sé muy bien que hubo grandes sacrificios para formar a éste profesional que también un hijo orgullosamente de ustedes, por lo tanto, me enaltece decir que este objetivo logrado es de ustedes y es la mejor riqueza recibida por parte de ambos Los Admiro.

A mis hermanos:

Axel y Ángel, especialmente a la nueva integrante Yaxeni.

Gracias por ser los grandes amigos genéticos, a todos esos momentos de risas, de motivaciones, porque he aprendido cosas también de ustedes, por cubrirme en mi ausencia para los regaños. Estoy en deuda contigo Axel, gracias por ese apoyo incondicional siempre disponible y Ángel por ese impulso gigantesco de tu simpatía. A ti yaxeni (sosa) por esperarte mucho tiempo y dar nuevas emociones a la familia, te queremos.

A mis abuelos:

Ángel, Lidia (+) y Esteban (+), María. Especialmente a tía Lola.

Por la experiencia en los consejos, por aquella bendición de todos los días y aquel abrazo de felicitación haciendo pausa desde aquel día en que se marcharon Esteban (+) y

Lidia (+), por compartir a estas alturas las tristezas y las lagrimas por la ausencia Ángel y María.

A mi Cuñada y sobrino:

Aidicefa y Kevin.

Porque hacen muy feliz a mí hermano y también por aguantarlo, gracias Cheli por ser como una hermana mayor, por los deberes que orgullecen a la familia y mi primer sobrino (meco) por la alegría que dio con su presencia.

A esa persona tan especial:

Por la tantas formas que forjaron lindas emociones que cimentaron grandes planes para lograr a ser felices encerrándonos en espacios con puertas y ventanas abiertas para el que no resistiera a estar ahí, renovando el tiempo en años cortos y los días largos ... Agregamos risas, sacrificios para darle mejor sabor y aun así existen escenarios diferentes que nos llevan a inventarnos en el presente, es obvio que nunca olvidaremos esos suficientes años debido a que aprendimos entre otras geniales cosas a vivir. Pero lo que siento es cuestión de tiempo para ver si se queda o se va... *Dadita.*

Al lugar que vio nacer, crecer

Nueva independencia

Por los recuerdos, por financiar aquella infancia, ser la elite ante cualquier circunstancia y con orgullo decir que mi colonia 5 de Mayo es mi raíz, la cuna del cielo y ombligo del mundo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
Agradecimientos.	iii
Dedicatoria.	iv
Índice de contenido.	vi
Índice de cuadros.	viii
Índice de graficas.	ix
Índice de figuras.	x
I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Justificación.	3
1.2 Hipótesis.	5
1.3 Objetivos generales.	5
1.4 Objetivos específicos.	5
1.5 Metodología.	6
II. MARCO GEOGRÁFICO	7
2.1 Descripción geográfica de la región Los Altos.	7
2.2 Disponibilidad de materia prima para la producción de biogás en la región Los Altos del Estado de Chiapas.	12
2.3 Disponibilidad de residuos orgánicos derivados del ganado bovino, porcino y ovino en el Estado de Chiapas.	15
2.4 Resumen de las condiciones socio ambientales y de recursos para la producción de biogás en el Estado de Chiapas.	19
III. REVISIÓN DE LITERATURA.	22
3.1 Lo rural y las fuentes energéticas.	22
3.2 La energía en la historia de la ruralidad.	24
3.3 Contexto nacional de zonas marginales y rurales.	26
3.4 Las reservas de petróleo en el mundo.	32
3.4.1 Crisis energética de hidrocarburos y electricidad en México.	35
3.4.2 Cobertura de energía eléctrica a nivel rural.	38
3.5 Fuentes alternas de energía.	43
3.5.1 Biomasa.	47
3.5.2 La leña como principal fuente de energía en algunas zonas rurales del Estado de Chiapas.	52
3.6 Biogás como fuente de alternativa para las zonas rurales de Chiapas.	56
3.6.1 Historia del biogás.	57
3.6.2 Definición, composición y características del biogás.	59
3.6.3 Ventajas del biogás para las zonas rurales de Chiapas.	61
3.6.4 Desventajas del biogás para las zonas rurales de Chiapas.	62
3.6.5 Usos del biogás.	63
3.6.6 Tipos de tecnología de producción.	66
3.6.7 La producción de biogás en México.	68

3.6.8 Aspectos normativos del biogás.	69
3.6.9 Aspectos ambientales.	70
3.6.10 Aspectos económicos.	71
3.6.11 Barreras del biogás.	72
3.6.12 Tipos de digestores.	73
IV. PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE BIOGÁS.	77
4.1 Elementos característicos para la producción de biogás.	77
4.2 Biodigestor semi continuo aplicable para las comunidades de la región Los Altos.	79
4.2.1 Materiales necesarios.	80
4.2.2 Construcción del biodigestor.	81
4.2.3 La trampa de agua.	84
4.2.4 Las pozas de mezcla y descarga (afluente y efluente).	85
4.2.5 Descarga (efluente).	86
4.2.6 El quemador.	87
4.3 Aplicaciones del biogás en el seno familiar.	88
4.3.1 La producción de queso casero a través del biogás.	89
4.3.2 Usos del abono orgánico sobre un huerto familiar.	91
V. CONCLUSIONES.	94
VI. RECOMENDACIONES.	96
VII. BIBLIOGRAFÍA.	97

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Municipios de la región Los Altos de Chiapas.	9
Cuadro 2. Índice de servicios públicos dentro de las viviendas y el uso de la leña como fuente de energía.	11
Cuadro 3. Propiedades del estiércol en Chiapas en la generación de biogás.	13
Cuadro 4. Condiciones ganaderas y su relación con el estrato socioeconómico en la región Los Altos.	13
Cuadro 5. Disponibilidad de residuos orgánicos de bovino.	15
Cuadro 6. Inventario de cabezas de ganado en el estado de Chiapas del periodo de 1990 al 2008.	16
Cuadro 7. Producción de estiércol a partir de las unidades de ganado bovino.	17
Cuadro 8. Producción de estiércol a partir de las unidades de ganado ovino.	18
Cuadro 9. Producción de estiércol a partir de las unidades de porcino.	19
Cuadro 10. Entidades con un alto número de poblaciones rurales con poca cobertura de energía eléctrica.	30
Cuadro 11. Otras entidades con poblaciones rurales y poca cobertura de energía eléctrica.	30
Cuadro 12. Población rural y urbana en Chiapas.	31
Cuadro 13. Importadores de petróleo en miles de barriles diarios.	32
Cuadro 14. Las reservas de petróleo en el mundo.	33
Cuadro 15. Producción de barriles campo Cantarell del periodo 2005 – 2008.	38
Cuadro 16. Principales fuentes de consumo sobre energía primaria y secundaria en México.	40
Cuadro 17. Población, cobertura de servicio eléctrico rural y urbano correspondiente.	42
Cuadro 18. Cantidad de biomasa (leña) de acuerdo a diversos usos de la tierra en las 9 regiones del Estado de Chiapas.	55
Cuadro 19. Propiedades químicas del biogás.	59
Cuadro 20. Características principales del biogás en comparación con otros gases.	60

INDICE DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Ubicación geográfica de la región los altos en el Estado de Chiapas.	9
Grafica 2. Crecimiento de poblaciones rurales, semiurbano y urbano. . . .	27
Grafica 3. Porcentaje de reservas mundiales de petróleo.	35
Grafica 4. Producción-exportación de petróleo en México.	37
Grafica 5. Usos principales de la energía.	44
Grafica 6. Las diferentes regiones en el Estado de Chiapas.	54
Grafica 7. Aplicaciones del biogás.	64
Grafica 8. Requerimientos de tratamiento del biogás en función del uso. .	65
Grafica 9. Posibles aplicaciones después del proceso de digestión anaeróbico.	66

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Digestor discontinuo o bacth.	74
Figura 2. Digestor semi-continuo.	75
Figura 3. Biodigestor continuo.	76
Figura 4. Profundidad del digestor.	81
Figura 5. Afluente y efluente.	82
Figura 6. Diseño de biodigestor semi continuo para las población rural de la región Los Altos.	83
Figura 7. Trampa de agua.	84
Figura 8. Recorrido de la tubería para la trampa de agua.	85
Figura 9. Alimentación de biodigestor mezcla y carga (afluente).	86
Figura 10. Quemador en la cocina.	87
Figura 11. Diferentes quemadores para la cocción de alimentos.	88
Figura 12. Diagrama para la producción de queso.	91
Figura 13. Diagrama de la ubicación del huerto.	93

I. INTRODUCCION

En el presente trabajo se aborda las muchas necesidades y carencias que sufren las zonas rurales en nuestro país, las cuales ponen una barrera ante un mejor desarrollo rural; una de las principales necesidades que se aborda en esta investigación es la falta de energéticos, esencialmente energía eléctrica, hidrocarburos y algunos derivados del mismo, usados como combustibles. Lo cual en algunas regiones en el país y sobre todo en el sureste de México, es muy difícil acceder a estos, siendo los combustibles y principalmente la energía eléctrica enormemente útil para la agricultura y las necesidades del hogar.

Por eso surge la necesidad de exponer las perspectivas del biogás en las zonas rurales del Estado de Chiapas, como fuente de energía renovable a partir de materia orgánica esencialmente el estiércol, tomando como base las carencias de energía eléctrica y de combustibles. Así mismo, en el desarrollo de la investigación se demuestra que las energías convencionales en nuestro país, principalmente los hidrocarburos y sus derivados, nos hace fuertemente dependientes, sin el uso de conciencia que son recursos energéticos no renovables y que en un futuro no muy lejano las reservas de los mismos se agotaran, trayendo consigo la escasez y el incremento en su precio; además de efectos negativos en los sectores productivos de nuestro país.

No cabe duda que la energía de biomasa constituirá un porcentaje importante la energía disponible en un futuro. Esto se da porque en nuestro país existen condiciones naturales propicias para el aprovechamiento de los materiales orgánicos generados en los procesos productivos del sector rural y forestal. Siendo estas las características en las zonas rurales, se da paso a la propuesta alternativa energética a base de biogás, partiendo de la transformación de la materia orgánica en energía doméstica mediante la aplicación de la tecnología adecuada de un biodigestor y acorde al medio en el que se aplique.

Las condiciones en el ámbito rural en cuanto a la agricultura, ganadería y entre otras actividades que se desarrollan a partir de las mencionadas, generan productos, en su mayoría de autoconsumo. Así bien, las aplicaciones del biogás en el seno familiar son muy diversas generando un valor agregado; de esta manera se contribuye al desarrollo social rural para una mejor vida en aquellos lugares alejados, dispersos y sobre todo muy desprotegidos.

Sin embargo, en las regiones rurales del país y del Estado de Chiapas particularmente en la región Los Altos, las familias rurales cuentan al menos con 2 a 3 unidades de ganado, además cuentan con abundantes recursos de material orgánico, que están disponibles para generar energía renovable y nos referimos al biogás, la cual es muy económica y accesible. Lo que permite cubrir las necesidades básicas de este sector de la población en cuanto a la generación de calor y electricidad, lo que conlleva a tener una mejor calidad de vida, una seguridad energética rural aportando una mejor oportunidad para incrementar la producción agropecuaria de la región y dar valor agregado a los productos.

El biogás se genera a partir de la fermentación anaerobia de la materia orgánica. Esto se realiza en un depósito cerrado herméticamente para evitar la entrada de aire, y permitir que las bacterias anaerobias, transformadoras de desechos orgánicos, cumplan íntegramente su función y así obtener el biogás. Esta alternativa se ha convertido en los últimos años en una de las vías más atractivas de energía renovable, siendo muy sencilla su aplicación al ámbito rural y aún en el industrial, como es el caso de la ciudad de Monterrey, que mediante el aprovechamiento del biogás generado en su relleno sanitario por la descomposición de la materia orgánica contenida en la basura, se transforma en energía eléctrica para alimentar al sistema de transporte Metro.

Palabras clave: biogás, biodigestor, estiércol, poblaciones rurales, zonas marginadas, leña, fogón, energía eléctrica, Los Altos.

1.1 JUSTIFICACIÓN:

La energía de hidrocarburos es un ingrediente vital en todo el mundo debido a ello la sociedad adquiere subproductos (plásticos, cosméticos, tela sintética etc.) del mismo hidrocarburo o energía secundaria (gasolina, diesel) utilizando el petróleo como materia prima para transformación. Actualmente la dependencia de los hidrocarburos nos hace vulnerables a los cambios que tenga en cuanto a su disponibilidad, precio, oferta, demanda etc. Sin agregar que es un recurso no renovable y que sus pozos petroleros principales en México están en un declive en cuanto a la producción, exploración.

Según pronósticos de perspectivas mundiales de la organización internacional de energía, la demanda mundial de hidrocarburos y energía primaria para el 2030 podrá sobrepasar en 10 veces más lo que hoy consumimos en total. Por otra parte en México la empresa encargada de explotar el hidrocarburo es PEMEX, y la energía eléctrica es CFE, ambas empresas tienen poco crecimiento en cuanto a iniciativas o proyectos de alternativas energéticas por su parte la CFE tiene un proyecto de geotermia llamado cerro prieto en Mexicali, Baja California Norte. Ahora bien es muy importante mencionar el costo de inversión para generar esa alternativa de energía, su infraestructura, su mantenimiento y sobre todo un aspecto muy importante, su cobertura.

Si bien la cobertura de energía eléctrica y derivados del petróleo es muy importante en todo México, existen lugares rurales en los cuales es muy difícil acceder debido a circunstancias como la lejanía del centro de distribución, del núcleo urbano, orografía etc. Siendo una causa externa para los habitantes de las zonas rurales el no poder tener servicios vitales para las necesidades del hogar.

Cuando los habitantes rurales no pueden acceder a servicios públicos toman medidas serias para satisfacer sus necesidades en cuanto a la cocción de alimentos, iluminación, energía calorífica. En las zonas rurales el uso de la leña

tiene una gran importancia desde hace muchos años, es una fuente de energía vital para los mismos mientras empobrecen día a día el entorno ecológico en el que viven.

En México existen grandes concentraciones de poblaciones rurales con pobreza de energía, de acuerdo con INEGI con datos del 2005 explican que los principales indicadores se concentran en el sur de la república mexicana, Estados como: Oaxaca, Chiapas y Veracruz.

Así mismo, los anteriores Estados se le atribuyen el indicador de pobreza rural por INEGI, en dichos Estados el incremento de la población urbana crece a un ritmo muy acelerado, la cual hace la dispersión de lugares mucho más alejados del núcleo urbano.

En esta investigación se toma como caso el estado de Chiapas, identificando las regiones principales de carencia de energía eléctrica y derivados del petróleo, como es la situación de la región Los Altos ubicada al centro del Estado, en dicha región se mencionan a 2 municipios de grandes carencias de energía eléctrica así mismo un consumo fuerte de leña como fuente principal de energía, los municipios de Chamula y Oxchuc. De esta manera empobrecen el entorno ecológico con el factor de crecimiento de la misma población y de tal manera incrementando el consumo de leña.

Ante esta situación existe la contraparte para solucionar dicha condición con la más simple alternativa, es decir, proponer una alternativa técnica de energía de acuerdo a las necesidades ecológicas y su disponibilidad de recursos naturales, la cual en otras palabras sería más barata, más efectiva y simple de ejecutar; mas aun si en un caso el gobierno federal decide apoyar dicha disyuntiva, nos referimos a la generación del biogás como alternativa para solucionar la problemática de las carencias energéticas en las zonas dispersas.

El biogás se considera una opción tangible para México aplicable a las zonas rurales y urbanas, como es el caso de Nuevo León en la ciudad de Monterrey, cuenta con una planta que transforma los residuos orgánicos provenientes de aguas residuales en energía eléctrica, para alimentar el metro en dicha ciudad. Por otra parte, el Estado de Chiapas cuenta con una planta en pequeña escala ubicada en San Cristóbal de las Casas que transforman también los residuos provenientes de aguas residuales, colaborando de una manera con el medio ambiente, considerando así una opción real para las zonas rurales.

1.2 HIPOTESIS:

Es posible diseñar y construir una propuesta técnica para usar el biogás como fuente de energía alternativa para las poblaciones rurales de México específicamente en la región Los Altos de Chiapas.

1.3 OBJETIVO GENERAL:

Exponer las perspectivas que tiene la producción de biogás para alcanzar y mantener un mejor desarrollo adecuado para las poblaciones rurales de la región Los Altos, y hacer una propuesta técnica para la generación de bioenergía.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Desarrollar los aspectos positivos del biogás en las zonas rurales de la región Los Altos en el Estado de Chiapas.
- Elaborar un diseño de biodigestor semi continuo en forma metódica para la generación de biogás en las poblaciones rurales de la región Los Altos.

1.5 METODOLOGÍA:

Durante la estancia del autor de este trabajo en la región Los Altos en el periodo 2004 - 2005 se recabó información detallada sobre las condiciones rurales de la región Los Altos para después en base al análisis de la misma información y estadísticas de servicios públicos con la que cuenta la región, residuos orgánicos y ganadería se integró el presente documento.

Con lo anterior se plantea una propuesta alternativa de energía para las poblaciones rurales de la región Los Altos, que se basa en la generación de biogás a partir de desechos orgánicos ganaderos con lo que disponen las familias rurales y así adoptarlo como una fuente de energía para los hogares.

II. MARCO GEOGRÁFICO

La región Los Altos está ubicada al centro del estado, con coordenadas geográficas que abarcan de 16°46' latitud norte a 92°43' de longitud oeste, colindando al norte con la región Norte, al sur con la región Fronteriza, al este con la región Centro y al oeste con la región Selva. Con altitudes que van de 1300 a 2,874 msnm y se encuentra aproximadamente a 3 horas de la capital de Tuxtla Gutiérrez en donde el municipio más representativo es San Cristóbal de las Casas. Esta región se comunica con el resto del estado a través de la carretera panamericana y sus ramales con un total de 2189 km federales y estatales.

2.1 Descripción geográfica de la región Los Altos

Los Altos se caracteriza por tener una población que pertenece al grupo máyense y entre sus pobladores hay una fuerte presencia de varios idiomas, principalmente el tzotzil y el tzeltal. De acuerdo a la información recaudada existen 17 los municipios que componen esta región, en relación con sus condiciones de vida, principalmente resaltan la de su alimentación que se basa esencialmente en los cultivos del maíz, el frijol, las viviendas están construidas en su mayoría de adobe y laminas usadas como techo, una hogar con máximo 3 habitaciones (dormitorios, sala y cocina), sin servicio de drenaje ni agua potable, posee un nivel medio en cuanto a la educación en las zonas marginas se implementa la educación por parte de CONAFE, con algunas hortalizas como actividades secundarias obteniendo los productos para autoconsumo y en el café como cultivo remunerativo.

La ganadería está en aumento referente a la cría de ganado ovino para el aprovechamiento de la lana y en menor escala el bovino. Las características correspondientes a la cobertura de energía eléctrica y derivados del

hidrocarburo son muy escasas e incluso existen comunidades en los municipios de San Juan Chamula, que la energía la obtienen únicamente a través de la biomasa (leña) deteriorando gradualmente el entorno ecológico y las familias que cuentan con una fuente de ingresos económicos la combinan con el uso del gas natural. A esta región como anteriormente se ha mencionado se le atribuye como el principal consumidor de leña en los hogares rurales en sus diferentes comunidades compuestas por 17 municipios debido a las circunstancias de energía y la problemática que ahí persisten, así también se le atribuye como una región marginada según datos de INEGI 2005.

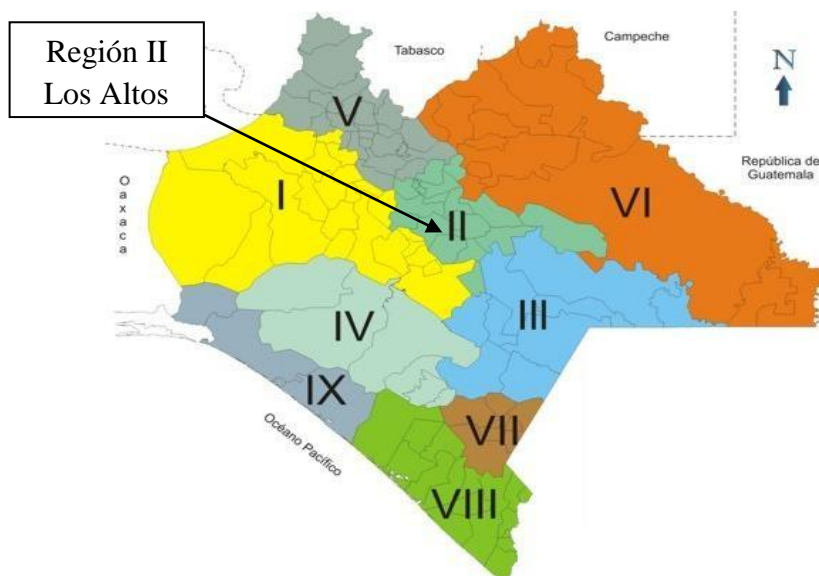
Cabe mencionar que en la mayoría de los hogares rurales de esta región cuenta con un fogón (estufa rural), la cual ahí se deposita la leña para llevar a cabo la cocción de los alimentos, un punto a considerar en esta región a favor, es que en el 2009 se llevo a cabo el programa de estufas ahorradoras, sustituyendo con un sistema moderno para la cocción de los alimentos, además de la estufa convencional que utiliza gas domestico para aquellos hogares con un poder económico.

La alternativa energética para la generación de biogás en la región de los Altos de Chiapas tiene como objetivos:

- a) Proporcionar una alternativa energética técnica para la generación de biogás a diseñar y aplicar mediante una propuesta metodológica.
- b) Mejorar las condiciones de vida de las familias rurales y dar un valor agregado a sus actividades secundarias a través de la propuesta tecnológica de la generación de biogás.

Dentro de esta región hay municipios suficientemente aptos para la generación del biogás debido a que son municipios con poca cobertura de servicios públicos por parte de CFE y además con un consumo de leña elevado y con familias que cuentan con al menos 5 cabezas de ganado bovino.

GRÁFICA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA REGIÓN LOS ALTOS EN EL ESTADO DE CHIAPAS



Fuente: http://www.ugr.es/revpaz/tesinas/DEA_Eva_Anton_clip_image004.jpg&imgrefurl.

Son 17 los municipios que conforman a la región de Los Altos, cuya población y porcentaje de servicios con que cuentan se exponen en el siguiente cuadro.

CUADRO 1. MUNICIPIOS DE LA REGIÓN LOS ALTOS DE CHIAPAS

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	SIN SERVICIOS BASICOS	(%)
Altamirano	4732	1419	29.98
Amatenango del Valle	1526	510	33.42
Chalchihuitán	2488	462	18.56
Chamula	13513	5405	39.99
Chenalhó	4554	1505	33.04
Chanal	2212	884	39.96
Huixtán	4944	1100	22.24
Larráinzar	4373	1611	36.83
Mitontic	1536	460	29.94
Oxchuc	5622	1648	29.31
Pantelhó	9763	2428	24.86
Rosas, Villa	4160	1664	40.00
San Cristóbal L.C.	21643	4328	19.99
San Juan Cancuc	5735	1920	33.47
Tenejapa	7652	1530	19.99
Teopisca	4879	1951	39.98
Zinacantán	6124	2449	39.99

Fuente: INEGI, Censo de Población, 2005.

Basado en la investigación personal los municipios de Chamula y Oxchuc, proporcionan las oportunidades para llevar a cabo la generación de biogás principalmente en las comunidades de los municipios ya mencionados que tienen las condiciones óptimas para la producción de biogás.

Toda la región cuenta con los recursos y las condiciones para llevar a cabo la producción de biogás pero es necesario identificar un lugar para proponer dicha alternativa, en base a la experiencia de la investigación personal se propone los municipios de Chamula y Oxchuc.

Las comunidades que conforman los municipios de Chamula y Oxchuc cuentan con las siguientes características:

1. Un alto consumo de leña como fuente de energía afectando las condiciones ecológicas, de vida y trabajo, principalmente de mujeres y niños. Se refleja en las largas jornadas de recolección o corte de leña.
2. Disponibilidad de la materia prima como: residuos de agricultura, ganadería de tipo bovino y en su mayoría ovino
3. Acceso a los municipios por medio de vías comunicación terrestre en buen estado y de tal manera una buena topografía de lugar.
4. Presentan un gran rezago, ya sea en términos de cobertura energética principalmente la eléctrica debido a que no existe electricidad en la mayoría de las viviendas marginadas.
5. Se encuentran a pocas horas de la capital de Tuxtla Gutiérrez esto para trámites gubernamentales en apoyo a la conservación del medio ambiente con las dependencias gubernamentales y compras de material para la generación del biogás.

También se le atribuyen otras características o patrones otorgados por INEGI. Resultando así las condiciones aptas para implementar esta alternativa energética.

CUADRO 2. ÍNDICE DE SERVICIOS PÚBLICOS DENTRO DE LAS VIVIENDAS Y EL USO DE LA LEÑA COMO FUENTE DE ENERGÍA

Municipio	Población (%)		Viviendas (%)				Posición de marginación respecto a la capital del Estado
	hombre	mujer	Con Agua dentro de la vivienda	Con drenaje conectado a red	Con electricidad	Usan leña para cocinar	
1. Chamula	57.39	28.06	9.87	0.39	79.24	97.05	31
2. Oxchuc	79.54	57.56	10.07	0.63	54.63	95.70	33
Altos de Chiapas	67.99	43.06	56.55	55.84	76.61	89.91	

Fuente: INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda, 2005; Agenda Estadística de Chiapas, 1997.

Con relación a la utilización de la leña como único combustible o de manera alternada con el gas, en análisis señala que la leña constituye el combustible empleado de manera intensiva y como única fuente de energía por la gran parte de los hogares y de forma combinada con el gas por un porcentaje muy reducido. Existe una correlación entre el nivel socioeconómico de las familias y el tipo de combustible consumido. Las familias con menor nivel socioeconómico corresponden a usuarios exclusivamente de leña y los de mayor ingreso combinan la leña y el gas. En los municipios de Chamula y Oxchuc el estrato socioeconómico señala que las familias rurales cuentan con un pequeño terreno para la agricultura de autoconsumo y de 3 a 4 unidades de ganado lo cual es sostenible para producir biogás, por lo tanto la generación de biogás en estos municipios y sus comunidades rurales tiene los siguientes efectos:

- i. Reducir el consumo de leña por los hogares campesinos,
- ii. La tala inmoderada de arboles,
- iii. Contar una propia fuente de energía renovable para autoconsumo, principalmente en los hogares rurales de un biocombustible producido anaeróticamente y por ello tener un impacto positivo tanto en el medio social como natural.

La alternativa energética en estos municipios, presenta una triple ventaja;

1. Proporcionar una disminución en el consumo de combustibles derivados del petróleo por la cuestión económica que sufren los hogares rurales
2. Una reducción en el trabajo y tiempo para la recolección de la leña.
3. Un beneficio adicional es mantener con más higiene los desechos orgánicos producidos por la ganadería

En relación a los programas que apoyan el desarrollo social en el medio rural y así mismo la conservación del medio ambiente, se encontró una serie de proyectos para su difusión y aplicación en todo el estado de Chiapas concentradas principalmente a las zonas rurales, por parte de organismos gubernamentales (SAGARPA, FIRCO, DIF, entre otros) como no gubernamentales (ONGs), sin embargo existe una gran carencia en el seguimiento, evaluación y sistematización de dichas iniciativas, por ello no hay una precisión acerca de dónde nos encontramos en el proceso.

2.2. Disponibilidad de materia prima para la producción de biogás en la región Los Altos del estado de Chiapas.

Para la generación de biogás en las zonas rurales del estado de Chiapas principalmente en la región Los Altos se considera a la biomasa como materia prima en sus diferentes orígenes, de acuerdo con Rendís Fuero, B. (1998) y son:

- Forestal: Residuos de explotaciones forestales.
- Agrícola: Cosechas agrícolas (principalmente el bagazo de la caña del maíz)
- Pecuaria: Estiércol de bovino, porcino, ovino, equino, aves etc.

En las alternativas para la implementación del biogás en las zonas rurales se contempla principalmente el de tipo pecuario debido a que la región cuenta con la explotación a un nivel considerable para la producción de biogás a una

escala familiar, siendo así es muy importante ver las propiedades del estiércol y de tal manera su producción por los animales en vivo.

CUADRO 3. PROPIEDADES DEL ESTIÉRCOL EN CHIAPAS EN LA GENERACIÓN DE BIOGÁS

Especie	Peso vivo Kg	Kg estiércol al día	Porcentaje de metano (%)
Cerdos	50	4.5 – 6	65 – 70
Bovinos	450	25 – 40	65
Equinos	400	12 – 16	65
Ovinos	45	2.5	63
Aves	1.5	0.06	45
Caprinos	40	1.5	-

Fuente: García Ovando Fernando, Instituto Politécnico Nacional, México, 1995.

El análisis de disponibilidad de residuos ganaderos en la región Los Altos es muy diverso debido a que existe un nivel considerable de explotación ganadera, la cual involucra estratos económicos debido a la venta del ganado en pie de cría además de productores con pocos recursos económicos para explotación masiva, con las características ya mencionadas encontramos a la región Los Altos, según lo indica el Dr. Guillermo Jiménez y Mc. Susana Ochoa (2008).

CUADRO 4. CONDICIONES GANADERAS Y SU RELACIÓN CON EL ESTRATO SOCIOECONÓMICO EN LA REGIÓN LOS ALTOS

Nivel socioeconómico	Productores de ganado bovino para la venta (%)	Cabezas en promedio de ganado	Sistema de producción de acuerdo al porcentaje de productores	
			Estabulado	Semi-estabulado
Recursos medio / Alto	48.8 %	2350	25.3 %	23.5 %
Recursos Medio	34 %	1075	-----	34 %
Recurso básico	20%	25	-----	-----

Fuente: Guillermo Jiménez y Susana Ochoa, Sistemas Ganadero en Chiapas, México, 2000

Es muy importante de acuerdo con el cuadro anterior identificar a las zonas rurales ganaderas o las familias en su caso, que cuentan con máximo 25 cabezas de ganado en el nivel socioeconómico cabe mencionar que la mayoría de ganado es para fines de venta ya sea para carnicerías u otro tipo actividad económica rentable, aunque también puede inferir las condiciones de dedicarse a la agricultura. Analizando las circunstancias de la región Los Altos y correlacionándola con esta investigación se identifica a las poblaciones rurales de la región Los Altos en el siguiente estatus:

- i. En un nivel socioeconómico de recurso básico
- ii. Con un porcentaje total de productores del 20 %
- iii. Con un promedio de 25 cabezas de ganado.
- iv. Sin un sistema intensivo de producción.

De acuerdo con el cuadro No. 3 se clasifica según los patrones de peso es la producción de estiércol, siendo un promedio para 450 kilogramos de peso en vivo proporcionar un porcentaje de 25- 40kg de estiércol/diario; siendo este dato, se puede estimar la cantidad de estiércol de acuerdo al número de cabezas de ganado, considerando la variable constante del peso de 450kg con un promedio de 25 a 40kg de estiércol para cada cabezas de ganado, tomando como base que 1 ganado de 450 kg produce 25 kg de estiércol diario se tiene:

Entonces: 1 ganado bovino = 450 kg = 25-40kg de estiércol diarios

Nivel de ganadería rural: nivel básico = 25 cabezas de ganado

Sustituyendo ambos datos: 1 cabeza de ganado = 25 kg de estiércol/diarios

25 cabezas de ganado = 625 kg de estiércol/diarios

Se toma como base que 1ganado de 450kg = 25 kg de estiércol, dejando el rango de 26 a 40 kg/diarios debido a que pueden existir unidades de ganado que no cumplan con el patrón de kilogramos, partiendo de esta premisa se tiene la disponibilidad de estiércol en toda la región Los Altos:

CUADRO 5. DISPONIBILIDAD DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE BOVINO

Nivel socioeconómico	Productores de ganado bovino para la venta (%)	Cabezas en promedio de ganado	Sistema de producción (%)		Estiércol de ganado (450kg=25 kg de estiércol/día)	
			Estabulado	Semi-estabulado		
Recursos medio / Alto	48.8	2350	25.3	23.5	30,450	28,300
Recursos Medio	34	1075	-----	34	-----	26,875
Recurso básico	20	25	-----	-----	-----	-----
Recurso básico					625 kg/día	

Fuente: elaboración propia a partir de los cuadros 3 y 4.

2.3 Disponibilidad de residuos orgánicos derivados del ganado bovino, porcino y ovino en el estado de Chiapas

En todo el estado de Chiapas incluyendo sus 9 regiones cuenta con un potencial ganadero y así mismo la cantidad de residuos orgánicos producidos por la misma actividad, es una cifra bastante considerable para la producción de biogás en zonas rurales y también de otro prototipo en la requiera la transformación de biogás en energía o fuerza mecánica.

Siendo las circunstancias, es necesario conocer primeramente el número de unidades de ganado ya sea bovino, porcino y ovino.

A continuación se menciona anualmente las unidades de ganado bovino, porcino y ovino del periodo de 1990 al año 2009. Según datos proporcionados por SAGARPA a través del sistema de información agroalimentaria y de consulta 2009 (SIACON).

CUADRO 6. INVENTARIO DE CABEZAS DE GANADO EN EL ESTADO DE CHIAPAS DEL PERIODO DE 1990 AL 2008

AÑOS	Tipo de Ganado			TOTAL
	BOVINO	OVINO	PORCINO	
1990	2,180,417	317,370	1,262,447	3,760,234
1991	2,228,814	326,332	1,218,909	3,774,055
1992	2,324,135	370,569	1,239,940	3,934,644
1993	2,433,311	342,835	1,505,419	4,281,565
1994	2,231,522	342,835	1,505,419	4,079,776
1995	2,311,255	343,469	1,354,655	4,009,379
1996	2,464,050	326,350	1,210,120	4,000,520
1997	2,900,000	326,345	615,840	3,842,185
1998	2,501,844	224,180	635,210	3,361,234
1999	2,574,397	227,815	670,643	3,472,855
2000	2,574,397	224,180	681,236	3,479,813
2001	2,346,360	257,023	689,663	3,293,046
2002	2,502,457	255,826	674,822	3,433,105
2003	2,465,395	262,479	706,312	3,434,186
2004	2,463,231	268,974	724,661	3,456,866
2005	2,420,499	275,057	735,496	3,431,052
2006	2,386,350	271,006	761,730	3,419,086
2007	2,423,136	266,702	776,864	3,466,702
2008	2,357,161	267,448	780,429	3,405,038
2009*	2,345,456	267,123	779,789	3,392,368

*Proyección

Fuente: SAGARPA, a través de SIACON periodo 1990-2008

Una vez conocido el número de unidades de ganado bovino, ovino y porcino se procede a estimar el porcentaje de estiércol de acuerdo a los patrones de peso contemplados en el subcapítulo anterior.

1 ganado bovino = 450 kg de peso en vivo= 25-40 kg de estiércol/día.

Siendo lo anterior también es importante considerar que, para calcular la cantidad de estiércol se toma el patrón de 25 kg/día por unidad de ganado bovino de 450 kg de peso en vivo omitiendo el rango sobrante de 26-40 kg/día, debido a que existe la posibilidad de que se presenten cabezas de ganado que no cumplan con el patrón de 450 kg de peso en vivo.

CUADRO 7. PRODUCCIÓN DE ESTIÉRCOL A PARTIR DE LAS UNIDADES DE GANADO BOVINO

AÑOS	BOVINO	Estiércol/día (kg)
1990	2,180,417	54,510,425
1991	2,228,814	55,720,350
1992	2,324,135	58,103,375
1993	2,433,311	60,832,775
1994	2,231,522	55,788,050
1995	2,311,255	57,781,375
1996	2,464,050	61,601,250
1997	2,900,000	72,500,000
1998	2,501,844	62,546,100
1999	2,574,397	64,359,925
2000	2,574,397	64,359,925
2001	2,346,360	58,659,000
2002	2,502,457	62,561,425
2003	2,465,395	61,634,875
2004	2,463,231	61,580,775
2005	2,420,499	60,512,475
2006	2,386,350	59,658,750
2007	2,423,136	60,578,400
2008	2,357,161	58,929,025
2009	2,345,456	58,636,400

Fuente: Elaboración propia a partir de información del cuadro 6 de SIACON

También es bueno contemplar la producción diaria, estimando el número de cabezas de ganado por el número de días de vida del animal a partir de los 450 kg. Correspondiente al ganado ovino se toma diferentes patrones en cuanto al peso según García Ovando Fernando, (1995).

1 ganado ovino = 45 kg de peso en vivo = 2.5 kg de estiércol/día

Cabe recalcar que es un patrón estimado de peso para la producción de estiércol, existe la posibilidad de variación, siendo lo anterior.

CUADRO 8. PRODUCCION ESTIÉRCOL A PARTIR DE LAS UNIDADES DE GANADO OVINO

AÑOS	OVINO	Estiércol/día (kg)
1990	317,370	793,425.00
1991	326,332	815,830.00
1992	370,569	926,422.50
1993	342,835	857,087.50
1994	342,835	857,087.50
1995	343,469	858,672.50
1996	326,350	815,875.00
1997	326,345	815,862.50
1998	224,180	560,450.00
1999	227,815	569,537.50
2000	224,180	560,450.00
2001	257,023	642,557.50
2002	255,826	639,565.00
2003	262,479	656,197.50
2004	268,974	672,435.00
2005	275,057	687,642.50
2006	271,006	677,515.00
2007	266,702	666,755.00
2008	267,448	668,620.00
2009	267,123	667,807.50

Fuente: elaboración propia a partir de información del cuadro 6 de SIACON

Por otra parte, también es bueno contemplar la producción diaria, semanal y mensual de estiércol a partir de ganado ovino estimando el número de cabezas de ganado ovino por el número de días de vida del animal a partir de los 45 kg.

El estiércol derivado del porcino por su parte, posee una concentración excelente de metano aunque el porcentaje de estiércol es menor que el del ganado bovino y de tal manera la producción de puerco en los últimos años marca una tendencia de mayor a menor del periodo de 1990 al 1997. Continuando con la estimación para el porcentaje de estiércol en el porcino se toma un patrón de peso de igual forma diferente:

1 porcino = 50 kg de peso en vivo = 4.5 – 6 kg de estiércol/día.

Como anteriormente se ha mencionado acerca de los márgenes de peso y rango para estimar el porcentaje de estiércol, se toma como base 4.5 kg/día debido a que exista un puerco que no cumpla con el patrón de peso compensando así con omisión del rango de 4.7 -6 kg de estiércol.

CUADRO 9. PRODUCCIÓN DE ESTIÉRCOL A PARTIR DE LAS UNIDADES DE PORCINO

AÑOS	PORCINO	Estiércol/día (kg)
1990	1,262,447	5,681,011.50
1991	1,218,909	5,485,090.50
1992	1,239,940	5,579,730.00
1993	1,505,419	6,774,385.50
1994	1,505,419	6,774,385.50
1995	1,354,655	6,095,947.50
1996	1,210,120	5,445,540.00
1997	615,840	2,771,280.00
1998	635,210	2,858,445.00
1999	670,643	3,017,893.50
2000	681,236	3,065,562.00
2001	689,663	3,103,483.50
2002	674,822	3,036,699.00
2003	706,312	3,178,404.00
2004	724,661	3,260,974.50
2005	735,496	3,309,732.00
2006	761,730	3,427,785.00
2007	776,864	3,495,888.00
2008	780,429	3,511,930.50
2009	779,789	3,509,050.50

Fuente: elaboración propia a partir de información del cuadro 6 de SIACON

2.4 Resumen de las condiciones socio ambientales y de recursos para la producción de biogás en el estado de Chiapas

Las condiciones socio ambientales y de recursos ecológicos en Chiapas es extremadamente diverso y de acuerdo a información consultada se debe principalmente a tres factores principales: su topografía, su diversidad climática y su fisonomía, dando lugar a climas fríos, cálidos y templados. De tal forma

sus recursos ecológicos y naturales que se disponen para la producción de biogás son a partir de residuos forestales, de cultivos de la agricultura y de la ganadería, proporcionando una diversidad de sustratos o materia prima para la implementación del biogás.

Por otra parte también se contempló los desechos de basura de las ciudades y de los municipios, los rellenos sanitarios, entre otros. Tratar los residuos ya mencionados conlleva a un ambiente de higiene muy agradable para las familias rurales y urbanas, dando como resultado múltiples beneficios para el medio ambiente lo cual hace muy atractivo a la inversión de instituciones privadas sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes de desechos que a la sociedad y el medio ambiente ocasiona muchos problemas, con esta alternativa se estaría resolviendo un principal problema en el estado de Chiapas que es la abundancia de residuos orgánicos en las zonas urbanas y la falta de energía en las comunidades rurales .

Aunque por otra parte se asemejo las condiciones de escasas de energía eléctrica y de fuentes primarias en el medio rural y eso nos resulto un problema muy latente debido a que las familias rurales en Chiapas al no poder cocinar sus alimentos por la falta de gas natural o de energía eléctrica para la iluminación o la calefacción usan la leña como fuente principal de energía para satisfacer sus necesidades en cuanto a la cocción de sus alimentos y la calefacción, esto trae consigo muchas consecuencias para el medio ambiente y las condiciones salud de las familias.

De acuerdo al resumen de las condiciones en vida de la región Los Altos, resulto que la falta de fertilizantes en el medio rural conlleva a una producción poco productiva para algunas familias que dependen de la venta de sus cosechas o correspondiente a la ganadería la mayoría de las familias chiapanecas poseen pocas cabezas de ganado bovino y ovino.

Siendo así, no alcanzan a satisfacer sus necesidades económicas debido a que no logran explotar los recursos que la ganadería rural. El estiércol producido en la ganadería no es aprovechado en ningún tipo de actividad.

Ante todo los problemas que enfrentan las familias rurales, resaltaron otros problemas de educación, de servicios médicos entre otros, si bien en Chiapas existe una abundancia de biomasa en los bosques, zonas forestales e incluso en la agricultura así también en la manera que las población aumentan y se dispersan, hacen que adentren más en los bosques y zonas forestales.

Repercutió que también no solo implica el consumo de leña en los bosques y zonas forestales también existen las actividades extracurriculares de las familias como la extracción de madera para usos domestico en cuanto construcción de techos para los hogares y así mismo como una actividad económica para la venta a empresas productoras de papel, de muebles principalmente. Aunque por otra parte es una actividad muy primordial para una fuente de ingresos debido a que las familias rurales no tienen otra forma de retribuirse económicamente.

La problemática planteada arroja una solución muy viable, la respuesta es con la generación de biogás la cual proporciona una oportunidad para el estado de Chiapas correspondiente al desarrollo de nuevas formas de energía a partir de residuos orgánicos en las zonas rurales proporcionándoles energía para la cocción de sus alimentos y abono orgánico con un alto potencial de nutrientes para el suelo que da lugar a buena cosecha y productos de buena calidad de tipo orgánico.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1 Lo rural y las fuentes energéticas.

Actualmente en México las sociedades rurales se han caracterizado por las carencias de fuentes primarias de energía, resultando un obstáculo a la sobrevivencia rural. Esta serie de cuestiones muestran un panorama real de las circunstancias en las cuales se podrían dar solución a la equivalencia entre lo rural y sus fuentes de energía.

Alternativamente las sociedades rurales obtienen una fuente de energía del entorno en el que viven y otras de acuerdo a su nivel de desarrollo en las que subsisten, el uso de la leña por ejemplo en México, es por las necesidades energéticas que tiene la población rural y ha llevado a la situación de aumentar el consumo de esta fuente de energía.

Que de acuerdo a investigaciones en el mismo campo no existen una alternativa energética que supla las carencias de energéticos, por el contrario se hace un desperdicio de trabajos y encuestas en el medio rural que al final de los procesos quedan como elementos en desuso o estadística, de igual manera el consumo de energía directamente de fuentes primarias han evolucionado en diferentes fuentes de energía de acuerdo a los medios disponibles como el carbón, la leña, el aire, sol etc.

Desde épocas antiguas las aldeas de pequeños integrantes utilizaron fuentes de energía primaria de acuerdo a lo que disponían y ultimadamente los usos no han evolucionado como se esperaba, actualmente las poblaciones rurales aun siguen usando leña en la mayor parte de la república mexicana, principalmente en la zona sur.

Así que la relación de ruralidad y fuentes de energía son fuertemente dependientes y se argumenta que:

- La población rural no presenta una tasa enorme de dependencia de energéticos y fuentes primarias de energía a comparación con la zona urbana.
- Tienen menos acceso a infraestructuras públicas y a servicios públicos (electricidad, transporte y saneamiento básico)
- Presentan indicadores, principalmente en salud y educación, más desfavorables.

Otro enfoque muy relacionado para definir lo rural, es cuando se hace referencia al tipo de actividades económicas que allí se dan. Estos están interconectados directamente con las fuentes de energía, en el sentido de si se encuentran disponibles, también se incluyen aquellas actividades realizadas por la población que hacen que se clasifiquen como zona rural (campesino, agricultor, etc.).

Entonces, el ámbito rural respecto de otras clases sociales, tiene sus propias actividades con los medios disponibles que se encuentran en su mismo entorno, las cuales suelen describirse, ya sea clasificando a los trabajadores como campesinos o bien por su ocupación. En consecuencia, a partir de estas actividades y formas de consumo sobre fuentes orgánicas (biomasa), existen algunas instancias que regulan la sobreexplotación los recursos orgánicos como es la CEPAL (Comisión Económica Para América Latina) y plantean tres temas relevantes con propuestas concretas para América Latina y el Caribe, en las cuales se incluye a México:

1. La contribución de las fuentes renovables al desarrollo integral de las comunidades rurales.
2. El uso racional de la leña

3. Y el papel de la biomasa y los biocombustibles.

3.2 La energía en la historia de la ruralidad

De acuerdo a la información consultada, la primera y única fuente de energía utilizada en el ámbito rural hace 200, 000 años fue el propio ser humano. Ahora bien, si trasladamos esta primera fuente de energía a las zonas rurales, etiquetaremos al campesino como la primera fuente de energía.

En la opinión de Aníbal (2003), admite que el primer aprovechamiento de una fuente de energía muy práctico, fue a través de una noria (3000 A.C) también señala el uso del molino de agua conjuntamente con el molino de viento, aunque este último dependiera en totalidad de las corrientes de aire, considerando a las corrientes de aire como una limitante. Estas fuentes de obtención de energía se han renovado actualmente para un mejor beneficio.

De lo anterior se deriva una creciente diversidad de fuentes de energía (viento, agua, solar, biomasa) y tecnologías apropiadas para su total aprovechamiento, esta tecnología está orientada al sector urbano más que al rural dejando desprotegida a una clase social aportadora de mano de obra y productos derivados de la agricultura para México, en síntesis podemos, según este autor, ponderar cuatro etapas en el uso de energía rural que se caracterizan a lo largo de la historia asimismo con sus respectivas fuentes de energía.

- Sociedades recolectoras: energía para alimentación (subsistencia), construcción y acondicionamiento básico del lugar de asentamiento, esto aplica para zonas rurales:
- Culturas antiguas: (Egipto, India, China, etc.) usos anteriores, ampliados mediante la producción de bienes y su transporte.

- Primeras sociedades industriales: duplican el consumo de energía: utilización de carbón mineral en fabricación y el transporte.
- Sociedades postindustriales (economías orientadas al sector servicios): gran disparidad en el uso (cantidad y eficiencia) de la energía.

Desafortunadamente al término rural se le alude el término pobreza y carencias por el panorama en el que viven, para Aníbal, 2003, argumenta que “es la falta de oportunidades y alternativas vitales para el desarrollo” por lo tanto a la opinión de este autor se puede inferir que pobreza energética sería la ausencia de alternativas para obtener servicios energéticos necesarios para cualquier ser humano en el ámbito rural y urbano. Esta premisa es muy clara cuando se habla de carencias básicas para el desarrollo rural del estado de Chiapas

Lo expuesto anteriormente obliga a identificar las necesidades básicas, incluyendo la alimentación, cobertura energética y disponibilidad de combustibles, y principalmente qué medios se necesita para lograr satisfacer este proceso. Como anteriormente se mencionó, en las zonas rurales el campesino es la principal fuente energía para todas las actividades, entonces se le señala como el principal protagonista del medio rural.

A este protagonista se le relaciona directamente con la actividad agrícola independientemente de la fuente de materia prima que utiliza para llevar a cabo su actividad, ya sea; combustible, energía eléctrica u otro tipo de fuente primaria de energía.

Para una comprensión general sobre el concepto del campesino y su papel en las zonas rurales, es necesario identificar los factores esenciales de éxito que determinan su sobrevivencia en condiciones inhumanas de sus necesidades energéticas y de alimentación, se mencionan los siguientes factores básicos y a partir de estos se derivan otros: 1) Cultura, 2) Herencia, 3) Necesidad y 4) Costumbre.

Existen otros factores que se derivan de lo antes mencionado por el cual permanecen en el medio rural obligando a renovar las formas de sobrevivencia incluyendo caracteres de agricultura, vivienda etc.

Por otra parte, Redfield (1996) especifica que el campesino “es un pequeño productor agrícola que, con la ayuda de un equipo tecnológico simple y el trabajo de su familia, produce para su propio consumo” partiendo de la idea de este autor, se puede fomentar el concepto para las familias del estado de Chiapas, las cuales cuentan con pequeñas propiedades en zonas rurales en las nueve regiones que conforman el estado. Indiscutiblemente, algunas regiones poseen un alto número de poblaciones rurales en mayor cantidad que otras, que incluyen las características de equipo tecnológico simple, pequeño productor, además de las atribuciones señaladas anteriormente en cuanto a carencias de energía eléctrica y de combustibles.

Las regiones que conforman el estado de Chiapas son las siguientes: Centro, Altos, Fronteriza, Frailesca, Norte, Selva, Sierra, Soconusco y Istmo-Costa.

De las 9 regiones mencionadas, existen una región con poblaciones rurales abundantes con nulos servicios básicos públicos incluyendo energía eléctrica, con excepción de las regiones de Centro y Costa que poseen zonas rurales con cobertura eficiente de energía eléctrica y con acceso a los combustibles por razones de estar ubicadas cercas del centro de distribución.

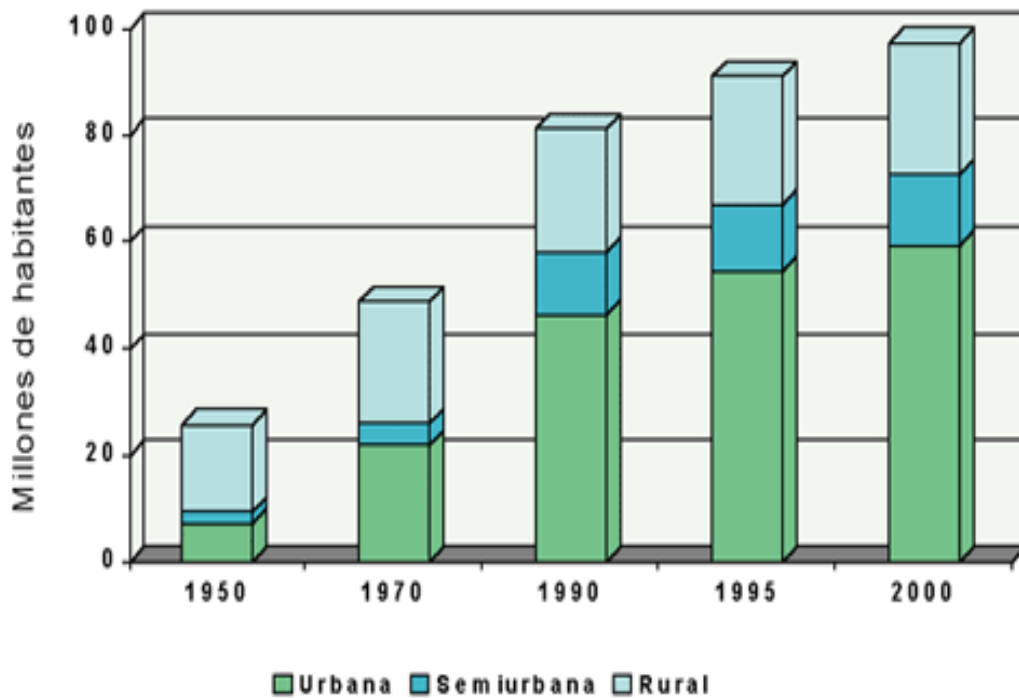
3.3 Contexto nacional de zonas marginales y rurales.

Según INEGI 2005, el 28 por ciento de los habitantes de todo México viven en zonas rurales en niveles de pobreza extrema¹, con falta de servicios

¹ El término “pobreza extrema” se refiere a aquellas personas cuyo gasto en consumo es inferior a la línea de pobreza alimentaria que establece SEDESOL; Por su parte, la “pobreza moderada” se refiere a quienes muestran gastos en consumo inferiores a la línea de pobreza de activos que establece SEDESOL

energéticos, combustibles, educativos y médicos. Se analizó datos en el año 2005 el cual mencionan que el 15.3 por ciento se encontraba en situación de pobreza moderada. Resultando el 40.7 por ciento de la población en pobreza extrema y el 44 por ciento de los moderadamente pobres del país². Sin embargo, existen grandes diferencias en el tipo de pobreza en las zonas rurales, con un gradiente de incidencia que aumenta al pasar de las zonas semiurbanas hacia las rurales dispersas.

GRAFICA 2. CRECIMIENTO DE POBLACIONES RURALES, SEMIURBANO Y URBANO



Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 1995, 2000: INEGI, Conteo de población y vivienda, 1995, México, 1996. 2000: INEGI, XII Censo de población y vivienda, 2000, México, 2000

² Para fines estadísticos, se emplean dos conceptos de lo rural: el limitado, que consiste en poblaciones dispersas en localidades de menos de 2,500 residentes y que es la definición utilizada por el INEGI, y uno más amplio, que contempla a las poblaciones semiurbanas en localidades de entre 2,500 y 15,000 residentes

En otros datos, Según el Banco Mundial (2005) afirma que el 30 por ciento de los habitantes rurales para ese año se encontraba en niveles de pobreza extrema sin cobertura de energéticos y el 70 por ciento en pobreza moderada. Cita que las causas de esta pobreza pueden ser estructurales, determinadas por la falta de acceso a servicios básicos como educación, salud y vivienda, electricidad, combustibles.

Por lo anterior, son tres los principales factores que determinan la condición de pobreza rural de energéticos en México:

- La zona geográfica y la proximidad a los núcleos urbanos, que ofrecen mayores oportunidades de diversificación de ingresos y cobertura de servicio energético, combustible, de salud, educativo. La incidencia de la pobreza rural es mayor en el sur del país y en las zonas rurales dispersas, alejadas de las ciudades
- La etnia: se calcula que en las áreas rurales el 61 por ciento de la población indígena vive en condiciones de pobreza extrema, sin servicio de cualquier índole, en contraste con el 39 por ciento de la población no indígena
- El género: las mujeres encabezan 8 de cada 10 hogares en México (CONAPO, 2006). La vulnerabilidad de los hogares con jefatura femenina es mayor.

La pobreza rural de energía en México se concentra en las zonas con mayor densidad de población indígena como son los estados del sur Oaxaca, Chiapas y Guerrero (CONAPO, 2006).

La falta de progreso generalizado en la reducción de la pobreza se encuentra en un rezago rural, se puede explicar principalmente que quizás se deba al resultado de las crisis económicas que surgió en nuestro país, tales como la del año 1994, lo cual afectó a la falta de dinamismo de la agricultura, al aprovechamientos de los recursos para la venta al extranjero (petróleo), el estancamiento de los salarios agrícolas y el descenso en los precios reales de

los productos de este sector. Aunque es importante aclarar que los campesinos rurales no poseen un fuerte poder adquisitivo para que fueran afectados directamente a su bolsillo o su producción.

A continuación se mencionan las entidades con un alto índice de poblaciones rurales, muy importante diferir de los de pobreza rural sin cobertura de energía para satisfacción y de combustibles energéticos con poblaciones de pobreza extrema, suelen tener similitudes pero INEGI maneja diferente indicador, comprendido esto, según datos de INEGI 2005 las entidades son las siguientes:

1. Oaxaca
2. Veracruz
3. Estado de México.
4. Puebla
5. Guerrero
6. Chiapas

Si comparamos éste indicador de poblaciones rurales muy altas y el indicador de pobreza rural de energía sin cobertura de energéticos, se puede ver que Oaxaca posee el primer lugar en ambos indicadores tanto en pobreza rural de energía y poblaciones rurales muy altas.

Por otra parte en Oaxaca, lo correspondiente al indicador de poblaciones rurales muy altas. Se argumentaría que un aspecto muy evidente que se le atribuye a Oaxaca es la extensión de sus municipios, pues cuenta con 570 municipios en sus diferentes regiones, de los cuales, 418 (casi tres cuartas partes) se rigen por el sistema de usos y costumbres y sólo 152 por el sistema de partidos. Puede ser un factor de pobreza de energía rural y concentración alta de poblaciones rurales, el estar apegado a un sistema que se rige por usos y costumbres. El número de habitantes por municipios suele ser muy pequeños además de ser gobernados por usos y costumbres, lo que podría ser una

razón de la pobreza rural que ahí rige ya que algunos municipios pertenecientes a este sistema no permiten un crecimiento sobre la ayuda gubernamental.

CUADRO 10. ENTIDADES CON UN ALTO NÚMERO DE POBLACIONES RURALES CON POCA COBERTURA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

E N T I D A D						
	Oaxaca	Sexo		Veracruz	Sexo	
Población total		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
	1,421,313	699,604	721,709	2,040,231	1,012,478	1,027,753
Urbana	293,953	140,731	153,222	679,380	321,525	357,855
Rural	1,127,360	558,873	568,487	1,360,851	690,953	669,898

Fuente: www.inegi.com.mx/demografiaypoblacion. Elaboración propia con datos del año 2005

Como antes se mencionó, el estado de Oaxaca, es el que cuenta con mayor número de poblaciones rurales y carencia de servicios energéticos y de salud.

CUADRO 11. OTRAS ENTIDADES CON POBLACIONES RURALES Y POCA COBERTURA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

E N T I D A D						
	Edo. De México	Sexo		Puebla	Sexo	
Población total		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
	1392623	694164	698459	1625830	796610	829220
Urbana	367679	178697	188982	539233	255190	284043
Rural	1024944	515467	509477	1086597	541420	545177

E N T I D A D						
	Guerrero	Sexo		Michoacán	Sexo	
Población total		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
	919386	452730	466656	1422717	701430	721287
Urbana	199251	94238	105013	455789	214658	241131
Rural	720135	358492	361643	966928	486772	480156

Fuente: www.inegi.com.mx/demografiaypoblacion. elaboración con datos del año 2005

CUADRO 12. POBLACIÓN RURAL Y URBANA EN CHIAPAS

		Hombres	Mujeres
Población total	907026	457967	449059
Urbana	209133	98613	110520
Rural	697893	359354	338539

Fuente:www.INEGI.com.mx/demografiaypoblacion. Elaboración con datos del año 2005

Chiapas ocupa el séptimo lugar con alta población rural, lo cual no significa que no tenga problemas de carencias sobre energía eléctrica y pobreza rural de energía, al contrario los datos tomados de INEGI en el año 2005, indica que Chiapas tiene el segundo lugar en el indicador de pobreza rural de energía, y es probable que hasta la fecha los datos hayan aumentado debido a que Chiapas es uno de los estados de crecimiento correspondiente a las poblaciones rurales, carencias de energía eléctrica y de combustibles principalmente en 2 de sus 9 regiones como son las regiones Selva y Sierra. Cabe recalcar que algunos Estados que aparecen en el indicador con más poblaciones rurales, también aparecen en otro tipo de indicador como es el de pobreza rural de energía extrema tales como Oaxaca, Chiapas y Guerrero.

Resumiendo, se argumenta que en el sureste de México se carece de acceso a la electricidad, aproximadamente el 85% de la población vive en zonas rurales. Se puede decir también que factores como luz eléctrica y servicios públicos mejoran las oportunidades de desarrollo, así como los servicios energéticos constituyen un instrumento importante para que la población rural y los grupos más desfavorecidos tengan una mejor vida sin carencias, consiguientemente, cada vez son más fuertes los reclamos para que se considere un derecho humano el acceso a los de energía sostenible. Si la generación de energía no sigue el ritmo de la creciente demanda, aumentará el riesgo de que los sectores más pobres, particularmente los de las zonas rurales, tengan aún más dificultades para acceder a la electricidad y a los combustibles modernos.

3. 4 Las reservas de petróleo en el mundo

Si bien en el apartado anterior se hablo de las fuentes energéticas en el medio rural, también es de suma importancia enfocarnos en el hidrocarburo y su gran jerarquía para toda actividad y necesidad en el mundo. Pero desgraciadamente está dando señales de su agotamiento a nivel de las reservas mundiales y de su ritmo productivo. A este hecho hay que añadir el preocupante aumento de la demanda. Según datos de la Organización de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP) informó que el incremento de la demanda es de 2 barriles anuales por persona en el mundo, considerando 10 millones de personas.

No obstante la OPEP no toma en cuenta el déficit de producción de barriles diarios en los pozos petroleros en producción sino el incremento del consumo, cifras alarmantes demuestran la insostenibilidad de este recurso energético. EEUU es el primer consumidor de petróleo, además de comprarle a México el crudo su necesidad por este hidrocarburo se expande hasta el medio oriente y su demanda se está incrementado en la última década.

CUADRO 13. IMPORTADORES DE PETRÓLEO EN MILES DE BARRILES DIARIOS

PAIS	MDBD
EEUU	511
Japón	214
Corea	123
Alemania	104
Italia	90
Francia	86
China	70
India	67
Holanda	61
España	59
Resto del país	642
Total	2017

Fuente: Datos disponibles en OPEP, 2007

Cada estadounidense consume 18 veces más petróleo que un chino, esto según la OPEP. Por otra parte en el año 2009 EEUU invadió el medio oriente por la búsqueda de armas de destrucción masiva esto según la ONU, lo cual trajo consigo una serie de eventos desafortunados en contra de la economía del Medio Oriente y su petróleo pero todo a favor de Estados Unidos.

CUADRO 14. LAS RESERVAS DE PETRÓLEO EN EL MUNDO

Distribución, Producción y años de reserva a partir del 2001				Consumo % S/T
Región	Producción en miles de Barriles/día	Porcentaje	Reserva en años	
Europa	18,7	1,8 %	7-8	21.7
Asia-Pacífico	43,8	4,2 %	15,5	27.7
Norte América (Méx.)	63,9	6,1 %	13,5	30.4
Ex-Unión Soviética	65,4	6,2 %	21	4.8
África	75,7	7,3 %	27,5	3.3
Centro/Sud- América	96	9,1 %	39	6.2
Oriente Medio	685,6	65,3 %	87	5.9
Total	1049,1	100 %	40,3	100 %

Fuente: Revista (Review of World Energy, June 2002) Datos del 2001, OPEP.

Es muy evidente, como los países son totalmente dependientes en su mayoría del hidrocarburo, el Medio Oriente por ejemplo se dedican a la exportación del crudo, recordemos que desde 1970 hasta el 2010 se encontraron 400 cuencas petrolíferas en los diferentes continentes o en las plataformas submarinas de todo el planeta (OPEP,2010).

De los cuales 130 son pozos sin explotar con reservas superiores a 500 millones de barriles por cada pozo, aun así parece una cifra alentadora pero si comparamos las reservas mundiales con el consumo, que en cierta manera va en aumento y así mismo con el número de poblaciones en incremento, además de la búsqueda sin éxito de nuevos pozos.

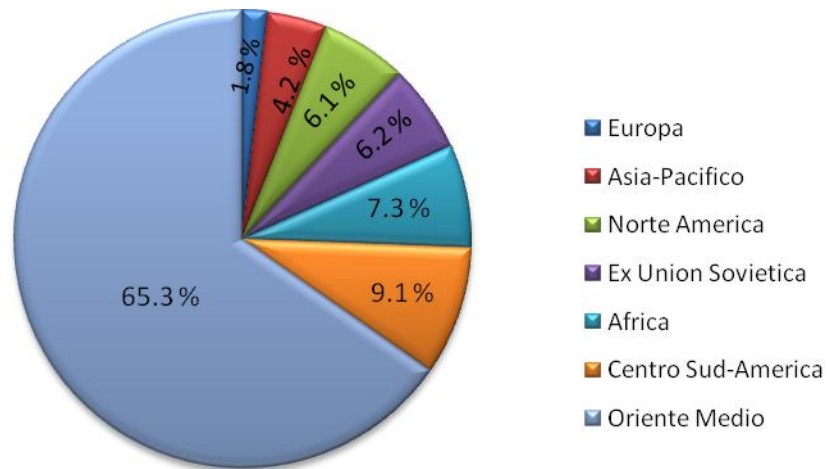
Si la OPEP asegura que el consumo aumenta 2 barriles anuales por persona en el mundo considerando una población de 10 millones de personas. Así pues el consumo en 10 años se incrementará en 20 millones de barriles pero ahora diarios con el mismo número de población, ahora bien si triplicamos la población en 30 millones de habitantes en el mundo. Esta cifra se eleva 60 millones diarios y es verdaderamente preocupante.

Por otra parte existen continentes con poca dependencia del hidrocarburo como el Africano con un 7.3 % en reservas y 3.3 % en consumo, por lo tanto su consumo es menor que su producción y de igual manera que sus reservas. Este dato es muy comprensible por su economía tan pobre que sufre este continente, lo cual se ve limitado para transformar el crudo, aun así este continente posee aldeas tan pobres con alto grado de desnutrición por lo cual es muy imposible conseguir alimento y de igual manera cocinarlos con algún derivado del hidrocarburo.

En las comunidades rurales del continente Africano hacen uso del biogás para la cocción de sus alimentos, esto según la revista *Review of World Energy*, (June 2002) Datos del 2001 sin embargo, de una manera muy rustica, no existiendo la mayoría de los medios para una mejor sofisticación para su implementación, partiendo de esta idea lo que se pretende en esta investigación es la implantación del biogás en las comunidades rurales de México específicamente en el Estado de Chiapas.

Recalcando, el principal poseedor de reservas y pozos petroleros en todo el mundo es el Medio Oriente Con un total del 65 % del total de reservas del mundo. A México se le considera en el continente americano con un 6.1 % de reservas, como ya se menciona el país vecino EEUU es el principal consumidor de este continente generando un mayor consumo con un total de 30.4 % cifra muy elevada comparando con su reserva y su producción, por lo tanto es muy probable que México llegue a importar el crudo en un futuro no muy lejano.

GRAFICA 3. PORCENTAJE DE RESERVAS MUNDIALES DE PETROLEO



Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro 14

3. 4. 1 Crisis energética de hidrocarburos y electricidad en México

Cuando se habla del sector energético en esta investigación infiere a los hidrocarburos de igual forma la electricidad, tratando de vincular derivados de hidrocarburos y electricidad con el entorno rural, es decir, el ambiente pobre que se vive en las comunidades rurales por la falta de cobertura eléctrica, así también la falta de combustibles usados en el ámbito rural como medio para producir otros bienes. Porque a su vez se podría hablar solo de hidrocarburos y sus derivados, así como su importancia en la agricultura rural pero sería un poco no convencional debido a que en el ámbito rural está ligado siempre al mismo tema o problemática.

Desde épocas muy remotas el petróleo ha sido determinante en México directamente en su economía, esto por razones de la venta del crudo, y es una pena que no se invierta en la eficiencia sobre la cobertura de energía eléctrica en el medio rural, siendo así es muy indispensable el uso de derivados del petróleo para producir calor o iluminación. No podría también faltar para su relación diplomática con otros países así como también en sus financiamientos de obras públicas, en la industria, en su desarrollo tecnológico, su balanza

comercial, sus relaciones con el exterior y en particular con los Estados Unidos por ser el país a quien le vendemos el crudo.

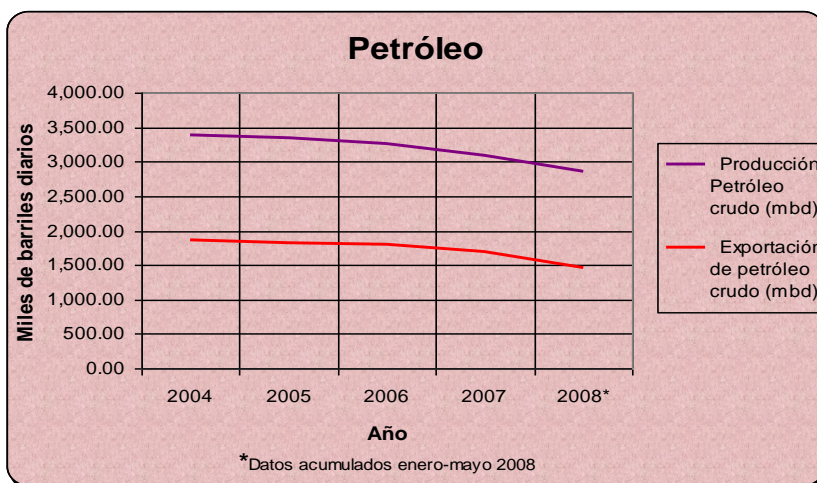
En otras palabras y aunque suena difícil de aceptar somos totalmente dependiente de este hidrocarburo porque recientemente en el año 2009 el Ejecutivo Federal Felipe Calderón Hinojosa promovió una iniciativa de reforma petrolera por la crisis que atravesaba PEMEX y provoco grandes conflictos diplomáticos, en resumen, ha sido un elemento determinante para la consolidación de México como nación y como un país con una economía emergente, con un nivel de desarrollo medio.

Para los analistas políticos es y ha sido un tema de discusión fundamental el petróleo y los recursos que aporta al país. Pero de cualquier forma, lo que es claro es que el petróleo ha sido una base determinante que el cual se agota a un ritmo impresionante en la vida de México desde las primeras décadas del siglo XX.

De lo anterior, en México la industria petrolera mexicana se concentra en una sola institución y es PEMEX. Es la única empresa que puede explotar el petróleo en México así como realizar las actividades estratégicas en lo que se refiere a los hidrocarburos, ya que se trata de una empresa que tiene participación en toda la cadena productiva; como es la explotación, la refinación de crudo, el procesamiento de gas, petroquímicos básicos y algunos secundarios. Por su parte PEMEX especifica que la producción de petróleo en México ha caído desde el 2004 pese a que en los ocho primeros meses de ese mismo año, obtuvo un incremento de 4.75 dólares por el precio del barril con respecto al periodo de 2003, exportando a los del continente Americano, Europa y Asiático. Por su parte en este ámbito, investigadores del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Gerardo Gil Valdivia y Susana Chacón Domínguez (ITESM 2008), expusieron en su investigación, y señalaron que a finales del año 2006 las reservas totales probadas de petróleo

en el mundo ascendieron a 1,208.2 miles de millones de barriles de petróleo. De éstos, México contó con 12.9 miles de millones de barriles, 1.1% de la existencia mundial. Ambos recalcaron que son las terceras reservas en Norteamérica, frente a las 29.9 miles de millones de barriles de los Estados Unidos y 17.1 miles de millones de barriles de Canadá.

GRAFICA 4. PRODUCCIÓN-EXPORTACIÓN DE PETRÓLEO EN MÉXICO



Fuente: <http://www.pemex.com/statistics/index>

Esto deja mucho de qué hablar, pero la crisis energética de hidrocarburos y de cobertura eléctrica plantea cada año un escenario más problemático, actualmente el índice de sobrepoblación en las comunidades rurales conlleva a ubicarse en lugares cada vez más alejados y dispersos lo cual dificulta la cobertura de este vital servicio mientras que la producción de barriles está decreciendo en gran manera y lo más preocupante es la sobre demanda de dicho hidrocarburo, debido a que unos de los campos más grandes y principales de extracción de petróleo en México está decreciendo a un ritmo impresionante, según la SENER (2009) es el caso de campo petrolífero de Cantarell, que se encuentra en la bahía de Campeche, a unos 85 Km. de Ciudad del Carmen.

PEMEX alude que el campo petrolífero de Cantarell está compuesto de cuatro subcampos principales, Akal, Nohoch, Chac, Kutz y, de los cuales Akal es el mayor y más importante. Dicho campo tenían inicialmente unos 35 millones de barriles de petróleo en el lugar, de los cuales cerca de 18 mil millones de barriles se espera que sean aun recuperados. En ese mismo campo solo que en el año 1997, PEMEX inició un programa de inyección de nitrógeno que ayudó a aumentar considerablemente la producción de Cantarell, aumentó la producción de 1,6 millones de barriles diarios en 1997 a más de 2,1 millones de barriles diarios en 2003.

PEMEX, ha señalado que la producción del campo Cantarell ha tocado techo y se prevé un descenso para el 2015, se espera más fuertes caídas del 14 al 16% en los próximos 4 años, se estimó que el campo Cantarell sólo produjo aproximadamente 1.4 millones de barriles de producción diarios a finales de 2008, que a consecuencia para inicios del año 2009 fue por debajo del 1 millón de barriles diarios Así, Cantarell tiene las siguientes cifras de producción:

CUADRO 15. PRODUCCIÓN DE BARRILES CAMPO CANTARELL DEL PERIODO 2005 – 2008

Año	Mil Millones de Barriles
2005	2.2
2006	1.8
2007	1.6
2008	1.4

Fuente: www.pemex.com.mx/statistics/index

3.4.2 Cobertura de energía eléctrica a nivel rural

Si bien la producción en declive del crudo es alarmante falta agregar la ineficiencia en la cobertura eléctrica. Debido a que uno de los grandes problemas que presenta México es la dispersión de la población rural en su territorio, sin embargo, según informes de la Comisión Federal de Electricidad, hasta el año 2005 se tenía una cobertura del 90% de la población rural, es decir más de 75 millones de habitantes contaban con este servicio. Por otra

parte con el objeto de atender las necesidades de energía eléctrica de las comunidades más alejadas la CFE no estudia las principales causas de cobertura eléctrica y erradicar. Dichos problemas conlleva las poblaciones rurales a utilizar otras formas de energía, esto informó el Departamento de Fuentes No Convencionales de Energía del Instituto de Investigaciones Eléctricas en el 2008.

El consumo rural medio per cápita de biomasa se estimó en 54,02 kg mensuales, con grandes diferencias entre macro regiones: 90,98 kg/mes en la Pacífico Sur (integrada por los Estados Chiapas, Guerrero y Oaxaca) y 29,63 kg/mes en el Pacífico Norte (compuesta por los Estados Sonora, Sinaloa y Nayarit), como valores extremos. Los consumos más elevados corresponden a las poblaciones localizadas en áreas de clima frío de montaña, aunque parezca irónico también en las comunidades con menor cantidad de población y con mayores restricciones en cuanto a comunicación con otras áreas, y a los sectores de población de menores ingresos.

Los Estados de Chiapas, Veracruz, Tabasco y Oaxaca tienen la menor cobertura de energía eléctrica rural según SENER 2007 en cambio la CFE afirma que el problema de cobertura, suministro y servicio se debe a factores climáticos lo cual dificulta en gran manera la total oferta de este servicio. Por otra parte dentro de los mismos estados, el principal uso de la leña en las zonas rurales se usa como una fuente de energía en la cocción de alimentos, seguido por el calentamiento de agua, la calefacción de la vivienda y el calentamiento de hornos, sustituyendo a la energía eléctrica

Más de 75 por ciento de los usuarios de leña usa el fogón abierto o de tres piedras, de bajo rendimiento en la región Pacífico Sur. Mientras que la utilización de estufas se realiza sólo en algunas comunidades del Norte (integrada por los Estados Chihuahua, Coahuila y Durango) informo el Departamento de Fuentes No Convencionales de Energía del Instituto de Investigaciones Eléctricas.

En las comunidades rurales agrícolas y pecuarias se distinguen dos niveles de consumo:

- trabajo mecanizado, utilizan unos 300 lt/mes de Gasolina por familia
- trabajo no mecanizado, las familias rurales usan una fuente de energía sólo en iluminación

Más de la mitad de las familias del medio rural no usan gas natural o gasolina. El consumo medio per cápita nacional de estas fuentes es 11,08 lt/mes y en el medio rural 2,35 lt/mes, es muy visible la diferencia en cuanto a estar dentro de la zona de abastecimiento que muy alejado de la misma. Los consumos más elevados de combustibles derivados del petróleo corresponden a las macro regiones como Baja California y Pacífico Norte (7,97 y 4,62 lt/mes), mientras que las micro regiones Norte, Pacífico Sur y Península de Yucatán (esta última integrada por Campeche, Quintana Roo y Yucatán) presentan los consumos más bajos (0,68, 0,42 y 0,0036 lt/mes). SENER, (2009)

El principal uso de diesel o gasolina es en la maquinaria agrícola y medios de transporte en todas las regiones anteriores. Se usa también aunque en menor medida en bombeo de agua, riego y generación de energía eléctrica. A continuación se menciona las principales fuentes de consumo de energía en México, cabe mencionar, que la nuclear y la geotérmica son proyectos de iniciativa correspondientes a energía no convencionales.

CUADRO 16. PRINCIPALES FUENTES DE CONSUMO SOBRE ENERGÍA PRIMARIA Y SECUNDARIA EN MEXICO

Fuentes	Producción		Oferta total	
	Años		Años	
	1998	2008	1998	2008
Petróleo	49,7	74,3	60,0	53,7
Gas Natural	31,6	25,7	25,8	24,2
Carbón Mineral	2,7	3,8	3,2	6,1
Hidroenergía	2,3	1,0	2,5	1,6
Geotermia	0,0	0,2	-	0,4
Nuclear	0,0	0,4	-	0,5
Leña	11,2	13,5	12,1	15,5
Bagazo de caña	2,5	1,1	2,0	1,7
Otras	0,0	-	0,0	-

Fuente: Cuadro elaborado a partir de datos en www.wordenergy.com/statistics

Muy importante mencionar que la demanda en México no solo pertenece a los hidrocarburos y sus derivados sino a otras fuentes energías no convencionales y poco usuales para el ámbito urbano, estas fuentes alternas de energía las cuales ejercen una fuerte demanda en las comunidades rurales de todo México, no precisamente corresponden a las mas tecnológicas, sino aquellas simples otorgadas en su mayoría por el medio ambiente (biomasa), esto hace que también tengan un papel o cobertura en el sector rural y no es precisamente la eléctrica.

En materia de cobertura de energía eléctrica rural en el periodo 2001-2009, se electrificaron cerca de 6,800 poblados rurales y poco más de 4 mil colonias populares, beneficiando a más de 2 millones de habitantes, CFE 2008. Aunque hace poco el gobierno federal decidió retirar luz y fuerza del centro por las deficiencias de la empresa en cuanto a la demanda y oferta de dicho servicio.

Esto trae consigo un sin fin de necesidades que tiene que cubrir CFE, respecto al cambio de proveedor para la población, esto no afecta obviamente al sector rural por razones de que este servicio solo era para el DF y zonas metropolitanas.

A continuación se demuestra el incremento de la población así como también la cobertura del servicio eléctrico rural y urbano desde los años de 1990 al 2009, la diferencia de cobertura eléctrica en ambos sectores es muy notable.

Es muy vidente que la población rural aumenta año con año y de acuerdo a la tendencia de los mismos años se espera un aumento de la población en los siguientes años. Se observa que el servicio eléctrico o la cobertura a hacia las zonas urbanas es más elevada con respecto a la del sector rural, se puede inferir demasiados argumentos para su explicación, resaltando un argumento esencial que expone la causas de la no cobertura total de energía para los zonas rurales o dispersas.

CUADRO 17. POBLACIÓN, COBERTURA DE SERVICIO ELÉCTRICO RURAL Y URBANO CORRESPONDIENTE AL PERIODO 1990 – 2009

	Población (millones de hab.)	Cobertura del servicio eléctrico (porcentaje)	Población urbana (porcentaje)	Población rural (porcentaje)
1990	83.9	87.5	No Disponible	No Disponible
2000	98.4	95.4	No Disponible	No Disponible
2001	99.7	94.8	98.8	83.0
2002	100.9	95.0	98.5	84.7
2003	102.0	95.3	98.4	85.9
2004	103.0	95.8	98.7	87.2
2005	103.9	96.3	99.0	88.0
2006	104.8	96.8	99.1	89.8
2007	105.8	97.3	98.8	91.6
2008	106.7	97.3	98.3	90.8
2009	107.5	97.3	98.4	91.0

Fuente: <http://www.cfe.gob.mx/estadisticas>

En la mayoría de los casos las poblaciones rurales se enfrentan a barreras externas de inversión o factibilidad del servicio eléctrico por parte del gobierno federal.

Siendo así la problemática se exponen algunos argumentos por las cuales no es posible proporcionar este servicio o cobertura para las poblaciones rurales de México, las cuales son las siguientes:

- a) Zonas Remotas
- b) Terrenos difíciles
- c) Falta de infraestructura
- d) Obras de mayor costo o inversión
- e) Difícil soporte
- f) Población muy dispersa
- g) Bajo nivel de escolaridad
- h) Economía de Subsistencia
- i) Bajo consumo eléctrico

Las anteriores argumentos son los problemas prioritarios a los que se tiene que enfrentar la población rural sin poder hacer nada siendo esta una causa externa, ahora bien, estas trabas de cobertura hacen más difícil el trabajo para la CFE.

Ante esta situación existe la contraparte para solucionar dicha condición con la más simple alternativa, es decir, establecer una opción de energía de acuerdo a las necesidades ecológicas y su disponibilidad de recursos naturales para su aplicación, lo cual en otras palabras sería más barata, más efectiva y mucho más simple de ejecutar si en un caso el gobierno federal decide apoyar dicha disyuntiva, nos referimos a la generación del biogás como alternativa para solucionar la problemática de las carencias energéticas en las zonas dispersas.

3. 5 Fuentes alternas de energía

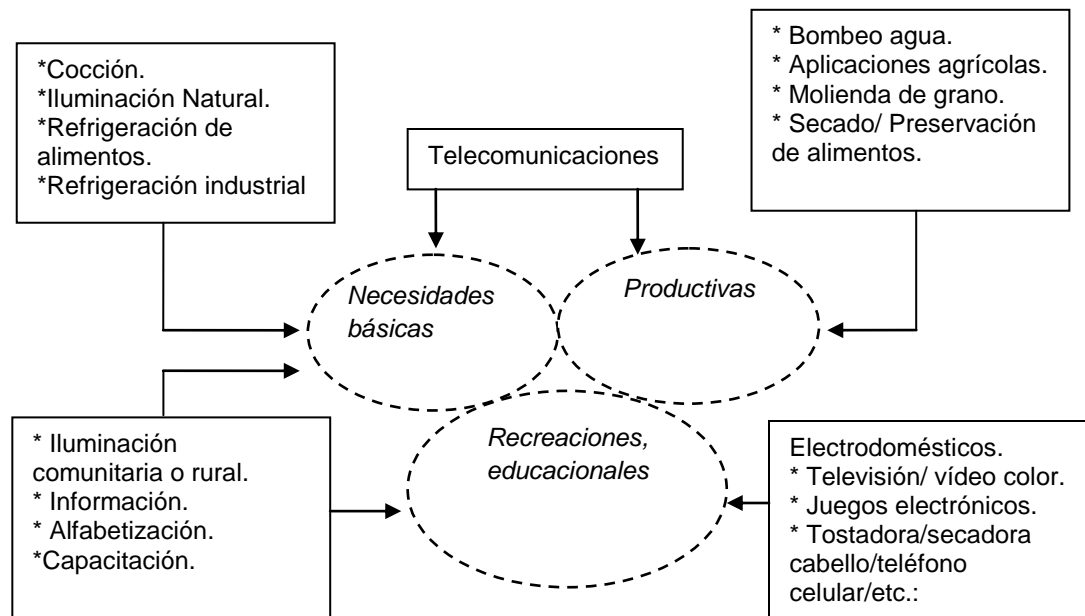
Se considera fuentes alternas renovables de energía aquellas formas energéticas que se regeneran de manera natural, o aquella cuya tasa de utilización no afecta la existencia de la fuente energética. La conciencia mundial sobre el uso de recursos y la creciente preocupación sobre los impactos ambientales, está aumentando el protagonismo de las fuentes renovables de energía, sin embargo, esta misma sensibilización ocasiona que los nuevos proyectos sobre energía, con fuentes renovables, en este caso sean analizados con una perspectiva más estricta en todos sus impactos positivos. Las crisis energéticas contemporáneas, en particular la de 1973 que tuvo un fuerte impacto, cambió la perspectiva mundial sobre el consumo alto de energía barata. Se empezó a apreciar la agotabilidad de los recursos energéticos (principalmente los hidrocarburos).

Las Fuentes alternas de Energía recibieron un apoyo importante en su desarrollo, si bien proporcionalmente su porcentaje de aplicación es todavía limitado, la energía alternativa permite generar calor y trabajo a través de

transformaciones apropiadas, es uno de los elementos más importantes para satisfacer las necesidades básicas y humanas. Su utilización va desde la cocción de alimentos en zonas urbanas y de tal forma en poblaciones rurales en un porcentaje de menor consumo hasta el procesamiento de insumos industriales. Modernamente la energía proviene de formas hidrocarburíferas, fuentes hidroeléctricas y derivados del petróleo: gasolina, diesel, mareas, etc. En épocas modernas se utilizan sistemas convertidores de energía que utilizan componentes intermedios.

Las Fuentes Alternas de energía se originan en la energía solar ó en formas que provienen de la tierra, de la biomasa; es generada por la conversión fotosintética de la energía solar a energía química almacenada en tejidos de plantas (fotosíntesis). La energía eólica aprovecha el movimiento de masas de aire inducido por el calentamiento de las masas por la radiación solar y por la desigualdad de velocidad tangencial en diversos puntos latitudinales de la tierra.

GRAFICA 5. USOS PRINCIPALES DE LA ENERGÍA



Fuente: Elaboración propia en base a la información analizada.

Energía solar



La energía solar es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el Sol. La intensidad de energía disponible en un punto determinado de la tierra depende, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor. Gracias a diversos procesos, la energía solar se puede transformar en otra forma de energía útil para la actividad humana: en calor, en energía eléctrica. Por ende, el término energía solar se utiliza, con frecuencia, para describir la electricidad o el calor obtenidos a partir de ella.

Las técnicas para capturar directamente una parte de esta energía están disponibles y están siendo mejoradas permanentemente, su limitante es su gran inversión e infraestructura.

Energía eólica



Energía eólica es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas. La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Sin embargo, el principal inconveniente es su intermitencia. Para poder aprovechar la energía eólica es importante conocer las variaciones diurnas y nocturnas y estacionales de los vientos, la variación de la velocidad del viento con la altura sobre el suelo, la entidad de las ráfagas en espacios de tiempo breves, y valores máximos ocurridos en series históricas de datos con

una duración mínima de 20 años. Es también importante conocer la velocidad máxima del viento.

Energía hidráulica



Se denomina energía hidráulica o energía hídrica a aquella que se obtiene del aprovechamiento de la energía cinética y potencial de la corriente del agua, saltos de agua o mareas. Se basa en aprovechar la caída del agua desde cierta altura. La energía potencial, durante la caída, se convierte en cinética. El agua pasa por las turbinas a gran velocidad, provocando un movimiento de rotación que finalmente se transforma en energía eléctrica por medio de los generadores. Su desarrollo requiere construir presas, canales de derivación y la instalación de grandes turbinas y equipamiento para generar electricidad. Todo ello implica la inversión de grandes sumas de dinero, por lo que no resulta competitiva en regiones donde el carbón o el petróleo son baratos.

Energía Geotérmica



La energía geotérmica es aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. La conversión de la energía geotérmica en electricidad consiste en la utilización de un vapor, que pasa a través de una turbina que está conectada a un generador, produciendo electricidad. Para poder extraer la energía geotérmica necesitamos que se hagan presente yacimientos de agua caliente cerca de las zonas en donde se va a realizar la extracción; se perfora el suelo y se extrae el líquido, el cual se podrá

aprovechar para hacer funcionar turbinas, las cuales mediante su rotación, mueve un generador que luego nos otorgará la energía eléctrica. Este líquido que se extrae saldrá en forma de vapor si su temperatura es muy alta. El principal problema es la corrosión de las tuberías que transportan el agua caliente.

3.5.1 Biomasa

Se considerará nombre de Biomasa toda forma derivada de plantas, así como ciertos residuos de animales (estiércol en particular). Las principales formas de biomasa:

- Leña. Productos leñosos y residuos forestales
- Material de plantas herbáceas.
- Cultivos Agrícolas
- Residuos Orgánicos

La Biomasa tiene normalmente un alto contenido de humedad, la biomasa vegetal se distribuye entre el tronco, ramas, follaje y hojas, raíces, corteza, semillas, todos los componentes de la biomasa contienen energía química almacenada la cual puede ser liberada mediante procesos de oxidación. La biomasa es uno de los principales combustibles utilizados en México principalmente en sus poblaciones rurales, cerca del 80% de la energía generada a partir de biomasa proviene de leña, la cual es el principal combustible doméstico en las áreas rurales y segundo después del gas en las áreas urbanas. La producción de leña es principalmente de autoconsumo ya que entre el 80 y el 96% de los consumidores recolectan su propia leña Departamento de Fuentes No Convencionales de Energía del IIE, 2008.

La leña se emplea en más de tres millones de viviendas, lo que representa una población superior a 18 millones de habitantes; en los municipios con altos

índices de pobreza de los Estados del sur del país, la proporción de hogares que emplean leña como combustible es superior al 60%. De acuerdo con la información de los censos nacionales de población y vivienda, en las últimas décadas la población que consume leña disminuyó casi un 20%. Sin embargo, en los próximos años la demanda continuará en aumento, el consumo anual de leña se estima en 22 millones de m³. En los estados de la región sur, Oaxaca, Chiapas y Guerrero el consumo es de los más altos del país.

Aplicaciones de la Biomasa

Biocombustibles

La producción de biocombustibles tales como el etanol y el biodiesel tiene el potencial de sustituir cantidades significativas de combustibles fósiles en varias aplicaciones de transporte. El uso extenso del etanol en Brasil ha demostrado que los biocombustibles son técnicamente factibles en gran escala. La producción de biocombustibles en los EE.UU. y Europa (etanol y biodiesel) está aumentando, siendo la mayoría de los productos utilizados en combustible mezcla, por ejemplo E20 está compuesto por 20% de etanol y 80% de gasolina y se ha descubierto que es eficaz en la mayoría de los motores de ignición sin ninguna modificación. Actualmente la producción de biocombustibles es apoyada con incentivos del gobierno, en Chiapas el gobierno en turno Juan Sabines Guerrero implementó la producción de bioetanol y de tal manera incentiva a los agricultores del campo para el crecimiento de los sembradíos de maíz para la producción de bioenergía.

Producción eléctrica

La electricidad puede ser generada a partir de un número de fuentes de biomasa y al ser una forma de energía renovable se la puede clasificar como "energía verde". La producción de electricidad a partir de fuentes renovables de biomasa no contribuye al efecto invernadero ya que el dióxido de carbono liberado por la biomasa cuando es quemado, (directa o indirectamente después

de que se produzca un biocombustible) es igual al dióxido de carbono absorbido por el material de la biomasa durante su crecimiento.

Calor y Vapor

La combustión de la biomasa o de biogás puede utilizarse para generar calor y vapor. El calor puede ser el producto principal, en usos tales como calefacción de hogares y cocinar, o puede ser un subproducto de la producción eléctrica en centrales combinadas de calor y energía. El vapor generado por la biomasa puede utilizarse para accionar turbinas de vapor para la producción eléctrica, utilizarse como calor de proceso en una fábrica o planta de procesamiento, o utilizarse para mantener un flujo de agua caliente.

Gas Combustible

Los biogases producidos de la digestión o de la pirolisis anaerobia tienen un número de aplicaciones. Pueden ser utilizados en motores de combustión interna para accionar turbinas para la producción de energía eléctrica, puede utilizarse para producir calor para necesidades comerciales, rurales y en vehículos especialmente modificados como un combustible.

Ventajas de la biomasa

- La biomasa es una fuente renovable de energía y su uso no contribuye al calentamiento global. De hecho, produce una reducción los niveles atmosféricos del bióxido de carbono, como actúa como recipiente y el carbón del suelo puede aumentar.
- Los combustibles de biomasa tienen un contenido insignificante de azufre y por lo tanto no contribuyen a las emisiones de dióxido de azufre que causan la lluvia ácida. La combustión de la biomasa produce generalmente menos ceniza que la combustión del carbón, y la ceniza

producida se puede utilizar como complemento del suelo en granjas para reciclar compuestos tales como fósforo y potasio.

- La conversión de residuos agrícolas, de la silvicultura, y la basura sólida municipal para la producción energética es un uso eficaz de los residuos que a su vez reduce significativamente el problema de la disposición de basura, particularmente en áreas municipales.
- La biomasa es un recurso doméstico, que no está afectado por fluctuaciones de precio a nivel mundial o a por las incertidumbres producidas por las fuentes de combustibles importados. En países en vías de desarrollo en particular, el uso de biocombustibles líquidos, tales como biodiesel y etanol, reduce las presiones económicas causadas por la importación de productos de petróleo.
- Los cultivos para energía perennes (las hierbas y los árboles) tienen consecuencias para el medio ambiente más bajas que los cultivos agrícolas convencionales.

Restricciones en el uso de la biomasa

- En naturaleza, la biomasa tiene relativamente baja densidad de energía y su transporte aumenta los costes y reduce la producción energética neta. La biomasa tiene una densidad a granel baja (grandes volúmenes son necesarios en comparación con los combustibles fósiles), lo que hace el transporte y su administración difíciles y costosos. La clave para superar este inconveniente está en localizar el proceso de conversión de energía cerca de una fuente concentrada de biomasa, tal como una serrería, un molino de azúcar o un molino de pulpa.
- La combustión incompleta de la leña produce partículas de materia orgánica, el monóxido de carbono y otros gases orgánicos. Si se utiliza la combustión de alta temperatura, se producen los óxidos del nitrógeno. En una escala doméstica más pequeña, el impacto en la salud de la contaminación atmosférica dentro de edificios es un

problema significativo en los países en vías de desarrollo, en donde la leña se quema ineficazmente en fuegos abiertos para cocinar y la calefacción de ambientes.

- Existe la posibilidad que el uso extensivo de bosques naturales cause la tala de árboles y escasez localizada de leña, con ramificaciones ecológicas y sociales serias. Esto está ocurriendo actualmente en Nepal, partes de la India, Sudamérica y en África sub Sahara. La conversión de bosques en tierras agrícolas y áreas urbanas es una importante causa de la tala de árboles. Además, en muchos países asiáticos gran parte del combustible de la madera usado con propósitos de energía provienen de áreas indígenas boscosas.
- Hay un conflicto potencial por el uso de los recursos de la tierra y del agua para la producción de energía de biomasa y otras aplicaciones, tales como producción de alimentos y de fibras. Sin embargo, el uso de técnicas modernas de producción agrícola representa que hay suficiente tierra disponible para todas las aplicaciones, incluso en regiones densamente pobladas como Europa.
- Algunos usos de la biomasa no son completamente competitivos en esta etapa. En la producción de electricidad por ejemplo, hay fuerte competencia de las nuevas plantas de gas natural, altamente eficientes. Sin embargo, la economía de la producción energética de biomasa está mejorando, y la preocupación cada vez mayor por las emisiones de gas de invernadero está haciendo a la energía de biomasa más atractiva.
- A menudo existen restricciones políticas e institucionales al uso de biomasa, tales como políticas energéticas, impuestos y subsidios que animan el uso de combustibles fósiles. Los costos de la energía no reflejan a menudo las ventajas ambientales de la biomasa o de otros recursos energéticos renovables.

3.5.2 La leña como principal fuente de energía en algunas zonas rurales del Estado de Chiapas

Se estima que el uso de la leña en México aporta entre el 8% y el 10% de la energía final y entre el 36% y el 45% de la energía del sector residencial en México³ SENER (2000) así mismo la población rural que usa leña en México es de alrededor de 28 millones de personas, de acuerdo con datos Díaz, Jiménez (2005). Esta población está concentrada principalmente en el medio rural, en donde el 89 por ciento de la gente utiliza leña como fuente principal de energía para la preparación de alimentos, mientras que en el medio urbano sólo el 11% de la población usa este energético para el mismo uso final.

Sin embargo la mayoría de las comunidades rurales en la zona sur del país usuarios de leña la utilizan como combustible único para cocinar, pero existe una proporción cada vez mayor de usuarios mixtos que utilizan tanto leña como gas LP. Se estima que en el año 1990 el 30% de los usuarios de leña eran mixtos, tanto en el medio rural como en el urbano esto según Díaz, Jiménez (2000), es muy probable que este porcentaje haya aumentado desde entonces debido a que los usuarios mixtos por lo general utilizan la leña como combustible principal, y el gas como combustible complementario; usan leña para las tareas con mayor demanda energética (tortillas, nixtamal, frijoles), y el gas para tareas menores.

De hecho, se estima que en promedio sólo el 16 por ciento de las necesidades caloríficas de los usuarios mixtos se cubren por medio del gas. La mayor parte de los usuarios de leña se concentra en los estados de Chiapas, Guanajuato,

³ Es necesario que el consumo nacional de leña en el sector residencial se refleje con mayor exactitud en el Balance Nacional de Energía, publicado por la Secretaría de Energía, en donde actualmente se subestima.

Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán⁴. Díaz, Jiménez (2000).

Continuando con otros datos de instancias sobre el uso de la leña como fuente de energía, de acuerdo con la FAO, en la década de los años 80, la mitad de la población del mundo dependía de este combustible para calentarse y para preparar sus alimentos aun en los lugares con grandes desarrollos de energía primaria. Existen diferentes explicaciones en cuanto a la forma de uso de la leña, mientras en los lugares rurales y marginados la energía almacenada en la leña tiene un papel cada vez más relevante en la producción de energía a gran escala. Con el uso de técnicas avanzadas tales como la producción de biogás y equipos de transformación modernos.

Con el conocimiento actual de los impactos negativos de la generación de energía a partir de la leña y el desarrollo de los métodos de mitigación correspondientes desarrollados a la fecha, la biomasa se considera como una alternativa adecuada para la provisión sustentable de energía, de hecho para numerosos países de escasos recursos no será posible contar con una alternativa adecuada en los próximos 25 años. Según la revista electrónica Word energía (2009) asegura el año 2050 la biomasa podría proporcionar el 17% de la energía eléctrica y el 38% de combustibles de uso directo, no obstante, al inicio del próximo siglo habrá un déficit estimado de 960 millones de m³ de leña.

Chiapas, en general, ha sido un estado con abundantes recursos forestales por lo que a través de su historia ha establecido estrecha relación con los mimos, el consumo de leña se da más en zonas rurales, del consumo total de estas zonas es alrededor de la mitad que se emplea en la cocina, aproximadamente

⁴ De cualquier modo, la leña es a nivel mundial el combustible de biomasa más utilizado. Por otra parte Trossero (2002) reporta que el 60% de la madera usada en el mundo se destina a energía.

un 85 % FAO (2004). Tradicionalmente en las poblaciones rurales de Chiapas la leña se ha obtenido gratuitamente, recolectándola de la vegetación natural existente, de arboles de sombras y otras fuentes, sin embargo, la escasez y requerimientos de leña han aumentado junto con la población, la expansión de pequeñas y medianas industrias dedicadas a la producción de papel, estos factores han propiciado que productores y comerciantes participen en la extracción, distribución y hasta venta de leña para cumplir algunos requerimientos de la sociedad

Las poblaciones rurales de consumo potencial de leña se concentra al sur de la república mexicana y el estado de Chiapas posee poblaciones dispersas denominadas rurales potencialmente consumidor de leña. Para el año 2005 Chiapas, según datos de INEGI 2005 tenía una población total de 907,026 de los cuales 697,893 eran habitantes rurales es muy visible que es más de la mitad sobre el total, distribuidas en sus 9 regiones: Centro, Altos Fronteriza, Frailesca, Norte, Selva, Sierra, Soconusco y por ultimo Istmo-Costa.

GRAFICA 6. LAS DIFERENTES REGIONES EN EL ESTADO DE CHIAPAS



Fuente: http://www.ugr.es/revpaz/tesinas/DEA_Eva_Anton_clip_image004.jpg&imgrefurl.

Dentro de las nueve regiones del estado existen una región con poca cobertura de servicios básicos como energía eléctrica y algunos derivados del petróleo, es decir, por estar más dispersas del núcleo de urbano es muy difícil el acceso para la comercialización u otro tipo de actividad lo cual dificulta el desarrollo social, ahora bien, la región más vulnerable donde se emplea el uso de la leña como fuente primordial de energía comprende Los Altos de Chiapas, localizado al centro del estado. En Los Altos de Chiapas en especial existen dos municipios en los cuales el consumo y recolección de leña es una actividad muy primordial y elevada.

Simbología Región	
I	Centro
II	Altos
III	Fronteriza
IV	Frailasca
V	Norte
VI	Selva
VII	Sierra
VIII	Soconusco
IX	Istmo-Costa

Las actividades son recolectadas en dichos municipios por las esposas e hijas del núcleo familiar, la utilización de la leña es superior a los 85% en todos los municipios de la región, alcanzando el 97.05% en Chamula y el 95.70% en Oxchuc. (INEGI, 2005).

En otras regiones del estado con alturas importantes sobre el nivel del mar se emplea principalmente el encino, el ocote, el pino y en las zonas tropicales predomina el uso del caulote y el habin.

CUADRO 18. CANTIDAD DE BIOMASA (LEÑA) DE ACUERDO A DIVERSOS USOS DE LA TIERRA EN LAS 9 REGIONES DEL ESTADO DE CHIAPAS

Tipo de cobertura o uso de la tierra	% distribuido en biomasa
Áreas forestales	89
Sabanas y praderas	5
Tierras cultivadas	2
Otros	4
Total	100

Fuente: Departamento de Fuentes No Convencionales de Energía del IIE, 2008.

3.6 Biogás como fuente de alternativa para las zonas rurales de Chiapas

Existen diferentes razones por las cuales el hidrocarburo es una gran materia prima de transformación y sobre todo muy necesaria, lo cual siendo así hace muy difícil un cambio drástico de consumo por otra alternativa energética o la sustitución de otro tipo de energético, por contraparte existen formas de apaciguar esta afirmación con el uso de conciencia moral recayendo en la parte ética de cada individuo conforme a los impactos negativos que produce una cultura totalmente dependiente del hidrocarburo. Ante esta circunstancia existen una cultura orgánica la cual tiene orientación orgánica, y principios éticos sobre los hábitats de nuestro mundo, estas aportaciones se debe a dos ecologistas de Australia, el doctor Bill Mollison y David Holmgren, comenzaron a desarrollar una serie de ideas que tenían la esperanza de poder utilizar para la creación de sistemas agrícolas estables, llamándola permacultura.

La permacultura es un término genérico que engloba la aplicación de éticas y principios de diseño universales en planificación, desarrollo, mantenimiento, organización y la preservación de hábitats aptos para sostener la vida en el futuro. Es una red y un movimiento internacional de practicantes, diseñadores y organizaciones, la gran mayoría de las cuales se han desarrollado y sostenido sin apoyo de corporaciones, instituciones o gobiernos. La permacultura se basa en ejes centrales lo cuales son: la producción de alimentos, abastecimiento de energía, el diseño del paisaje y la organización de estructuras sociales. También integra energías renovables y la implementación de ciclos de materiales en el sentido de un uso sostenible de los recursos a nivel ecológico, económico y social. Además de sus ejes centrales le atribuye tres ingredientes principales:

La Ética, que consiste de tres principios fundamentales:

1. Cuidar de la tierra
2. Cuidar de las personas
3. Poner límites a la población y el consumo

3.6.1 Historia del biogás

Las primeras menciones del biogás remontan hasta el año 1600, una vez que varios científicos identificaron un gas proveniente de la descomposición de la materia orgánica. Posteriormente, en el año 1890 se construye el primer biodigestor a una escala real en la India, y en 1986, en Inglaterra las lámparas de alumbrado público eran alimentadas por el gas recolectado los digestores que fermentaban los lodos cloacales de la ciudad.

Continuando con la historia, Tienen mayor impacto e importancia después de las guerras mundiales tanto que comienzan a difundirse por toda Europa en las llamadas fabricas productoras de biogás cuyo producto se empleaba en tractores y automóviles de la época, así mismo también se conocen los tanques de Imhoff para el tratamiento de aguas cloacales residuales. El gas producido se utilizo para el funcionamiento de propias plantas, en vehículos municipales y las ciudades con un alto desarrollo tecnológico se llevo a inyectar en la red de gas comunal

Durante la segunda guerra mundial comienza la difusión de los biodigestores a nivel rural tanto en Europa como en China e India, que se transforman en líderes en la materia. Dicho crecimiento se vio interrumpido por el fácil acceso a los combustibles fósiles y la crisis económica desarrollado en la década de los años de 1970 en la cual también se reinicio con gran ímpetu la investigación y extensión en todo el mundo, incluyendo a México como en los países latinoamericanos

Ahora bien, en los últimos 20 años se han tenido fructíferos resultados en cuanto descubrimientos e aportaciones sobre el funcionamiento del proceso microbiológico y bioquímico, a través del estudio en laboratorios sofisticados que permitieron el estudio de los microorganismo intervinientes en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno) para el biogás.

Estos avances sobre comprensión del proceso microbiológico ha estado acompañado por importantes logros de la investigación aplicable en gran manera un progreso en el desarrollo tecnológico para las necesidades de energía.

Actualmente existen países generadores y pioneros en la producción de biogás sumamente importantes y son: China, India, Holanda, Francia, Gran Bretaña, Suiza, Italia, Estados Unidos, Filipinas y Alemania. A través del tiempo la tecnología de la digestión anaeróbica se fue especializando. Actualmente los diferentes campos de aplicación de biogás con objetivos diferentes, están en la búsqueda apropiada para la aplicación en los medios rurales del mundo y solucionar una crisis de carencias de energía en las poblaciones rurales, el biogás surge como una posibilidad valiosa para esas poblaciones.

Y es muy fácil que en la naturaleza encontremos una gran cantidad de materia orgánica a partir de la cual puede producirse biogás: los cultivos energéticos, los desechos provenientes de animales domésticos como vacas, cerdos y aves, residuos vegetales como pajas, pastos u hojas secas y las basuras domésticas. Como se había mencionado anteriormente el Estado Chiapas posee diversidad ecológica y los medios necesarios para la producción de biogás aplicables a las zonas rurales en la región Los Altos, principalmente en 2 de sus municipios Chamula y Oxchuc que de acuerdo con datos de INEGI 2005, tiene las características principales para la generación de biogás. Tiene a su disposición las cercanías de 3 principales ranchos ganaderos de la región, silaje de cultivos de maíz, apoyo de instituciones gubernamentales como SAGARPA a través de FIRCO. El Estado de Chiapas, gracias a sus excelentes condiciones agroecológicas, es uno de los pocos estados en México donde se podría producir biogás a partir de silaje de maíz, desechos de ganadería, porcicultura. Tiene una gran cantidad de tierras cultivables y los costos de producción de maíz, ganadería, porcicultura están entre los más bajos de los estados de la república mexicana.

3.6.2 Definición, composición y características del biogás

El término biogás se designa a la mezcla de gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica realizada por acción bacteriana en condiciones anaerobias, el biogás se produce en un depósito cerrado o tanque denominado biodigestor el cual puede ser construido con diversos materiales como ladrillo y cemento, metal o plástico.

El biodigestor, de forma cilíndrica o esférica posee un ducto de entrada a través del cual se suministra la materia orgánica por ejemplo; estiércol animal, aguas residuales, en forma conjunta con agua, y un ducto de salida en el cual el material ya digerido por acción bacteriana. Los materiales que ingresan y abandonan el biodigestor se denominan afluente y efluente respectivamente.

El proceso de digestión ocurre en el interior del biodigestor que libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás. Los principales componentes del biogás son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂). Aunque la composición del biogás varía de acuerdo a la biomasa utilizada, su composición aproximada se presenta a continuación (Werner et al 1989):

CUADRO 19. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL BIOGÁS

Nombre	Símbolo	Volumen (%)
Metano	CH ₄	40 – 70
Dióxido de carbono	CO ₂	30 – 60
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	0 – 3
Hidrógeno	H ₂	0 – 1

Fuente: producción de biogás con fines energéticos, contreras, L., México, 2006. Pág. 20

El valor energético del biogás por lo tanto estará determinado por la concentración de metano Contreras, L (1989). A pequeña y mediana escala, el biogás ha sido utilizado en la mayor parte de los casos para cocinar en combustión directa en estufas simples. Sin embargo, también puede ser

utilizado para iluminación, para calefacción y como reemplazo de la gasolina o el diesel en motores de combustión interna.

Así como cualquier gas puro, las propiedades y las características del biogás dependen de la presión y temperatura. El valor calorífico del biogás corresponde aproximadamente a la mitad de un litro de combustible diesel; el valor calorífico neto depende de la eficiencia de los quemadores y su aplicación⁵. El biogás constituye el método más común de gestión de residuos, aun cuando aparecieran continuamente nuevas posibilidades, esta técnica se usa siempre y cuando se disponga de un terreno libre. Aquí algunas características principales del biogás comparándolo con una variedad de gases.

CUADRO 20. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL BIOGÁS EN COMPARACION CON OTROS GASES

Características	Ch₄	Co₂	H₂-h₂s	Otros	Biogás
Proporciones % por volumen	55-70	27-44	1	3	100
Valor calórico mj/m ³	35.8	-	10.8	22	21.5
Valor calorífico Kcal/m ³	8600	-	2581	5258	5140
Ignición %en aire	5-15	-	-	-	6-12
Temp. Ignición en °C	650-750	-	-	-	650-750
Presión critica	4.7	7.5	1.2	8.9	7.5-8.9
G/l	0.7	1.9	0.08	-	1.2
Densidad relativa	0.55	2.5	0.07	1.2	0.83
Inflamabilidad vol. En % aire	5-15	-	-	-	6-12

Fuente: Agencia Internacional de Energía, Costos de Generación de Electricidad, 2006

Las propiedades físicas del biogás son muy atractivas en las zonas rurales del Estado de Chiapas pero hay punto muy importante en la cual la hace

⁵ Enciclopedia de Energía, Tecnología, Considine Douglas M., 2005, México- Barcelona, Tomo 5

sostenible, nos referimos al económico, ya que en este estado provocaría un ahorro económico para las zonas rurales.

3.6.3 Ventajas del biogás para las zonas rurales de Chiapas

- ❖ La fermentación anaeróbica de la materia orgánica produce un residuo de excelentes propiedades físicas, el fertilizante un subproducto de la fermentación del biogás trae beneficios para el suelo de los cultivos agrícolas rurales similares a los fertilizantes químicos. Es decir, actúa como mejorador de las características físicas, facilitando la aireación, aumentando la capacidad de retención de humedad logrando así un enriquecimiento del suelo para la producción de los cultivos agrícolas

- ❖ Actúa como fuente de energía para las zonas rurales sustituyendo así a la leña, logrando un mayor entorno ecológico en cuanto a disponibilidad de biomasa sobre los cultivos desgastados de los campesinos agrícolas. La materia prima para la generación de biogás es existente en cualquier lugar principalmente en las zonas forestales, zonas ganaderas etc.

- ❖ Obtención de energía sin alterar los niveles de CO₂ además sirve como combustible, siendo más barata en las comunidades rurales con un mínimo costo de inversión en comparación con la energía eléctrica convencional y otras fuentes alternas de energía. El biogás genera corriente eléctrica mediante la tecnología necesaria de transformación y la materia prima o sustratos disponibles logrando así la independencia respecto a energía eléctrica.

- ❖ Desde el punto de vista energético, el biogás constituyen una fuente energética renovable y limpia. Además, su utilización contribuye a reducir la dependencia energética de los combustibles fósiles y otorga una mayor seguridad en cuanto al abastecimiento, disponibilidad y accesibilidad energética.

- ❖ Desde el punto de vista socioeconómico, el biogás constituyen una alternativa para aquellas tierras agrícolas rurales afectas a la Política Agrícola Común (PAC). De esta forma, se fijaría la población en el ámbito rural, con un mejor nivel de trabajo y fomentando la creación de diferentes pequeñas industrias agrarias.

3.6.4 Desventajas del biogás para las zonas rurales de Chiapas

El proceso anaeróbico se ve afectado por diversos factores, esto debido a las bacterias que intervienen en las distintas etapas del proceso para la obtención de biogás, no es posible dar valores cuantitativos sobre el grado en el que afecta pero entre los factores más importantes se pueden considerar los siguientes:

- ❖ Tipo de sustrato (materia prima)
- ❖ Temperatura del proceso
- ❖ Tiempo de anaeróbico del sustrato
- ❖ Nivel de acidez
- ❖ Alta dependencia del costo de las materias primas
- ❖ Grado de mezclado-Agitación
- ❖ Aspectos técnicos.
problemas de fluidez a bajas temperaturas (menores a 0°C), escasa estabilidad oxidativa (vida útil), surgimientos de situaciones de proceso imprevistas y desconocidas para los habitantes rurales.
- ❖ Se requieren ciertas precauciones de manejo, el proceso es sensible a la velocidad de carga y cambio del tipo de Carga si un caso fuera necesario. Correspondiente a la velocidad de carga debido, existen diversas formas de expresar este parámetro siendo lo más usuales los siguientes: kg de materia/día; kg de materia seca/día; kg de sólidos volátiles, todos expresados por metros cúbicos.

- ❖ Presencia de inhibidores del proceso anaeróbico: con los objetivos que se pretende con la agitación es la remoción de bacterias y evitar la formación de costras que se forma dentro del digestor.
- ❖ El lugar o terreno donde se llevara a cabo la generación de biogás, esto con respecto al transporte del biogás hacia la cocina de los hogares rurales.

3.6.5 Usos del biogás

El uso del biogás tiene un gran potencial tanto como rural y urbano, de tal forma la factibilidad en el medio rural es totalmente positiva con los recursos necesarios para la generación de biogás. Correspondiente al ámbito industrial se tiene objetivos precisos con respecto a la explotación para la obtención de recursos económicos, la sustentabilidad por ejemplo, es decir que pueda obtener su propia fuente de energía primaria, disminuyendo sus costos financieros con respecto a la energía eléctrica convencional. Principales usos del Biogás en las poblaciones rurales de Chiapas primordialmente en la región Los Altos:

- El consumo directo del biogás para la cocción de alimentos.
- Como medio para producir calor.
- Para la iluminación.
- Con la tecnología necesaria se puede implementar en comunidades rurales con granjas porcinas la transformación para calentar a maternidad.

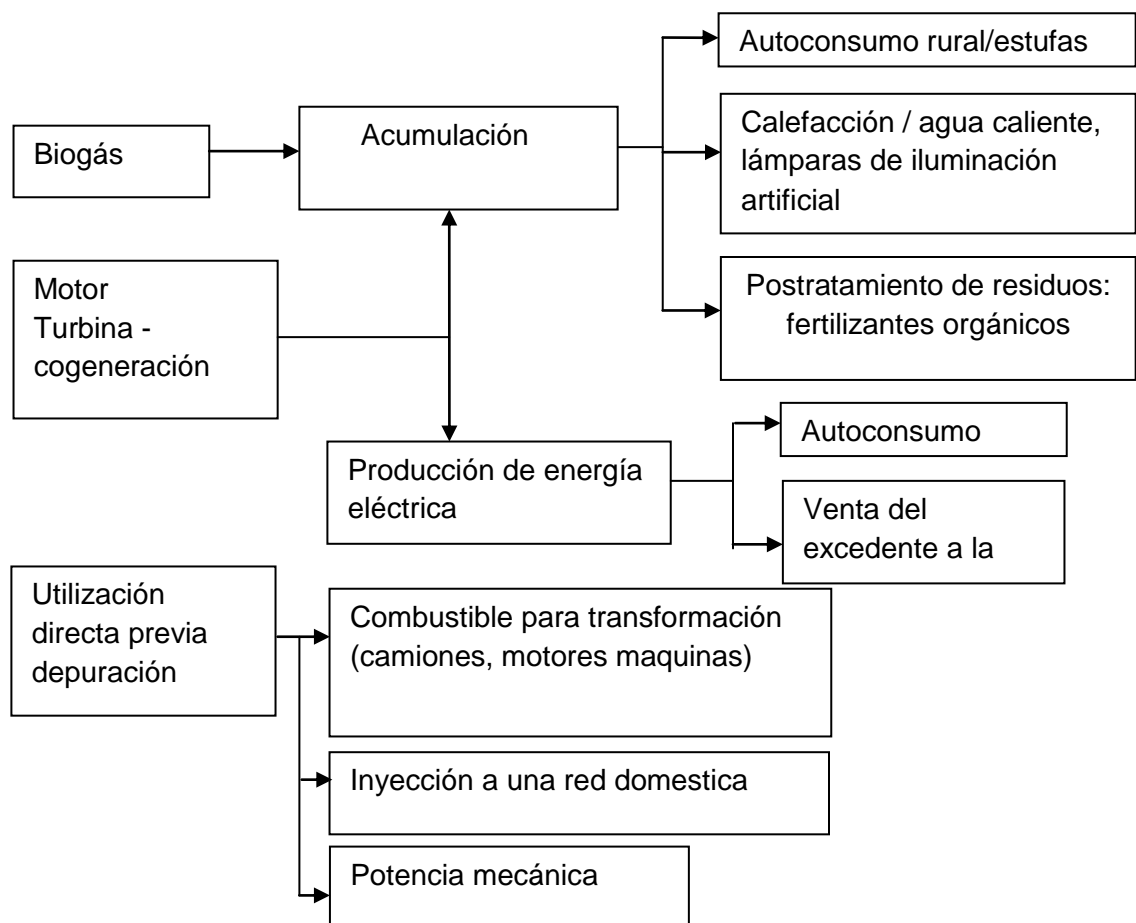
En un nivel de gran potencial de generación de este biocombustible, el uso del biogás se puede diversificar para diferentes usos.

- En calderas para generación de calor o electricidad.
- En motores o turbinas para generar electricidad.
- Purificándolo y añadiéndole los aditivos necesarios para introducirlo en una red de gas natural.

- Usándolo como material base para la síntesis de productos de elevado valor agregado como es el metanol o el gas natural licuado.
- Como combustible de automoción.

Ahora bien, el biogás generado puede ser valorizado de diferentes formas tanto como rural e industrial.

GRAFICA 7. APLICACIONES DEL BIOGÁS



Fuente: Montes Carmona M. E., 2008. Pág. 74

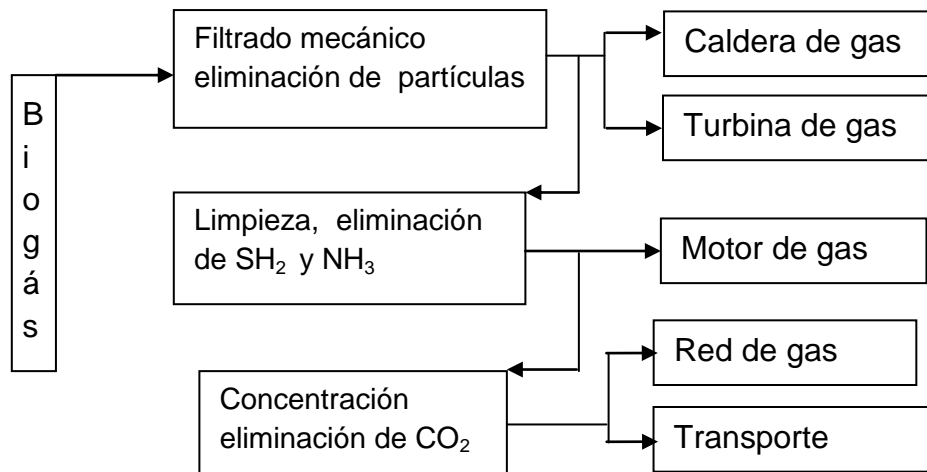
Si bien el definir el uso del biogás es muy necesario para facilitar la implementación del mismo es muy importante también los requerimientos de tratamiento del biogás en función del uso que se pretenda dar debido a que

suele tener ciertos componentes naturales que limitarían el uso que se proyecte dar, restringiendo así su objetivo de solución. Por lo consiguiente existen diferentes procesos de filtración para eliminar las partículas ciertos componentes no necesarios

El biogás, además de metano tiene otra serie de compuestos que se comportan como impurezas: agua, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles como hidrocarburos halogenados, siloxanos, etc. Por lo tanto, es necesaria la limpieza del combustible, dependiendo del uso final que se le vaya a dar.

La necesidad y tipo de tratamiento depende de la composición del biogás y del uso que se le vaya a dar. El biogás suele contener ácido sulfhídrico que puede ser corrosivo si hay superficies metálicas, el biogás para fines en los cuales se necesite una mejor calidad en concentración de biogás será preciso filtrar y concentrar el metano.

GRAFICA 8. REQUERIMIENTOS DE TRATAMIENTO DEL BIOGÁS EN FUNCIÓN DEL USO

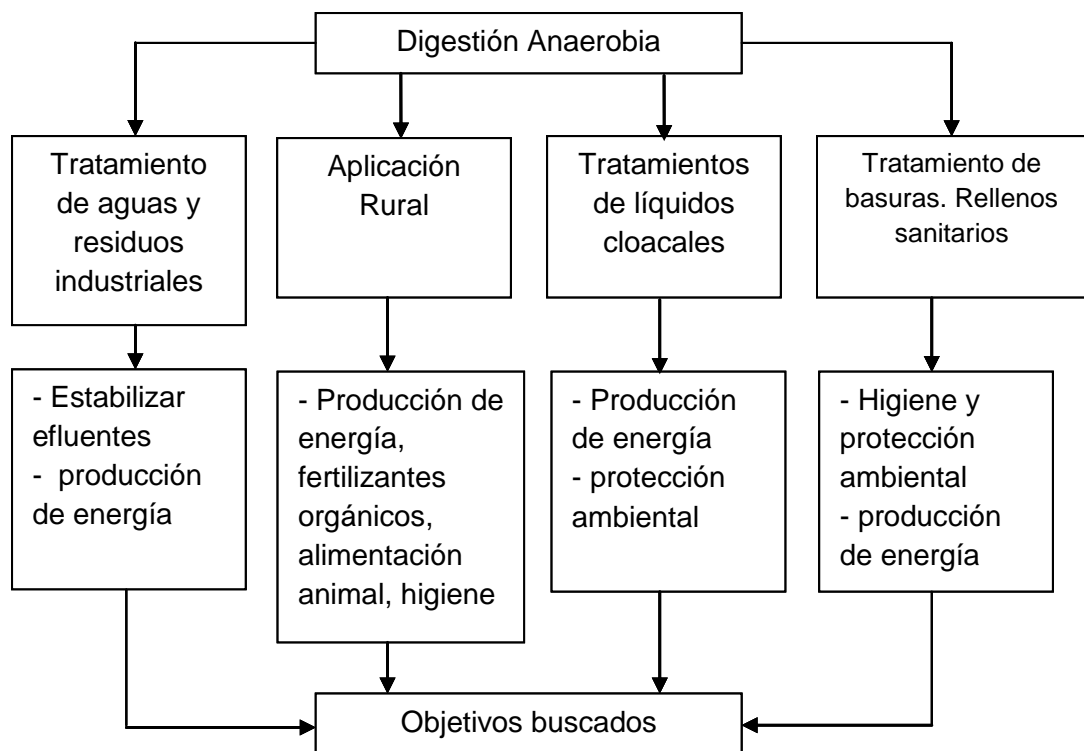


Fuente: Montes Carmona M. E., 2008. Pág. 74

3.6.6 Tipos de tecnología de producción

Muy importante mencionar que según sean los campos de aplicación de la tecnología de la fermentación anaeróbica para la obtención de biogás, los objetivos buscados son diferentes o tienen un distinto orden de prioridades, como puede ver en la siguiente grafica. A continuación se mencionan las aplicaciones de biogás de acuerdo a la tecnología disponible.

GRAFICA 9. POSIBLES APLICACIONES DESPUES DEL PROCESO DE DIGESTION ANAEROBICO



Fuente: elaboración propia a partir de información en esta investigación

Las plantas de tratamiento de desechos industriales contemplan anaeróbicos convencionales de enorme dimensiones con una capacidad de 1000 m³, trabajan a ciertas temperaturas de 20 °C a 40 °C.

Poseen sofisticados sistemas de control y están ligeramente conectados a equipos de cogeneración que brindan productos finales como: calor, electricidad, y un efluente sólido de alto contenido proteico, para utilizarse como fertilizante o alimentos para animales. La aplicación del biogás en el área rural es muy importante porque dentro de ella se puede diferenciar dos campos claramente distintos. En el primero, el objetivo buscado es dar energía, sanidad y fertilizantes orgánicos a los agricultores de zonas alejadas del núcleo urbano o al productor medio de los estados de potencial agrícola con sectores rurales de muy bajos ingresos y difícil acceso a las fuentes convencionales de energía.

El segundo, la tecnología desarrollada busca biodigestores de mínimo costo y de mantenimiento fácil de operar con las eficiencias necesarias para la producción de biogás. También esta tecnología está dirigida al sector agrícola y agroindustrial de ingresos medios y altos logrando brindar energía y solucionar graves problemas de contaminación, en este ámbito los digestores de alta eficiencia desarrollados para esta aplicación tiene una inversión inicial en base a los sistemas que hacen complejo su manejo y mantenimiento pero es retribuido a un mediano plazo.

Correspondiente a los líquidos cloacales estos requieren sistemas anaeróbicos solos o combinados con tratamientos aeróbicos es una técnica muy reconocida principalmente en los países pioneros de este combustible como lo es Alemania. La incorporación de esta tecnología obliga a una estricta regulación en las vertientes de desechos cloacales.

El relleno sanitario por otra parte, es una práctica muy usada en el continente europeo para eliminar las enormes cantidades de desperdicios generados en las grandes ciudades con las técnicas modernas de extracción y purificación para la obtención del biogás aportando disminuyendo así los malos olores, la mezcla de gases que dar lugar a explosiones o incendios además de una gran ayuda al medio ambiente. En México se cuenta con planta de tipo relleno

sanitario se ubica en la ciudad de monterrey ubicada en el estado de Nuevo León que suministra energía para alimentar el metro usado como medio de transporte en esa ciudad. Todos los campos de aplicación muestran que la tecnología bajo estudio se encuentra en una franca etapa del perfecto funcionamiento, las cusas motivaran y regularan su futura expansión las cuales se encuentran centradas en dos aspectos críticos del futuro como son la energía y la contaminación

3.6.7 La producción de biogás en México

Actualmente la producción de biogás en México es muy insuficiente, existen poca información de plantas generadoras de biogás. Correspondiente a las zonas rurales de igual manera es muy escaza, lo que se pretende en esta investigación es ver las perspectivas del biogás aplicables a las zonas rurales proporcionando una opción real para analizar y aplicar en aquellas zonas rurales que cuente que de los recursos necesarios para su aplicación.

Po otra parte, un ejemplo un ejemplo de transformación de tipo industrial de biogás en muy poca escala se ubica en San Cristóbal de las Casas en El estado de Chiapas, también la encontramos en una escala sofisticada en Monterrey ubicada en el estado de Nuevo León, es la primera planta generadora de energía eléctrica a partir de la utilización del biogás emitido por la basura orgánica siendo aprovechados para el alumbrado público, bombeo de agua potable y alimentación eléctrica del metro de Monterrey, en donde la Secretaria de Desarrollo Social con el apoyo del banco mundial implemento el modelo Mexicano del biogás como una opción tecnológica y estratégica que además de evitar emisiones toxicas abre su potencia para el manejo limpio de los casi 30 millones de toneladas de basura producidos anualmente en esa ciudad.

Con el biogás generado en el relleno sanitario de la ciudad de Monterrey, se producen por hora energía eléctrica equivalente a consumo de 7 mil 400

viviendas con 10 focos de 100 watts cada una. Es decir 7.4 megawatts es lo que produce la planta y que se aprovechan también en alumbrado público y bombeo de agua para el agua potable en la zona metropolitana de Monterrey.

Debido a los logros operacionales de la planta en la zona metropolitana de Monterrey, actualmente Secretaria de Desarrollo Social apoya estudios de factibilidad en 11 ciudades del país para la réplica del proyecto biogás. Algunas ciudades y municipios con los que ya se trabaja son ciudad Juárez, León, Aguascalientes, Chihuahua, Querétaro, Tlalnepantla, Cuatitlan Izcalli, y Vallarta sitios en donde se concentran alrededor del 10 % del total de la basura que generan las zonas urbanas⁶.

3.6.8 Aspectos normativos del biogás

Es un tema de gran importancia en cuanto a su regularización debido a que la legislación relacionada con la generación de energía con biogás depende del país donde se produce y la normativa que regule su sector energético, siendo el caso para México las dependencias como Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la secretaria de energía SENER.

En el caso de México la producción de biogás, por otra parte el Estado es el encargado de tener el manejo y control sobre el hidrocarburo y fuentes secundarias de energía llámese a este petróleo y biomasa consecutivamente. Siendo así el biogás tiende a ser más simple en cuanto a la normativa que rige al petróleo por ser una energía en crecimiento, las normativas que rigen al sector energético: La primera es la normatividad nacional vigente: Constitución Política de los Estados Unidos México, Ley de artículo 27 (CPEUM), ley de Desarrollo y Fomento de Biocombustibles, Ley del ISR (41 y 219), Ley de Comisión Reguladora de Energía, Reglamento Interno de la SENER, Norma

⁶ modelo mexicano la basura como fuente alterna de energía, Noviembre del 2007, Secretaria de Desarrollo Social, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Comisión Nacional de Energía, México, pág. 1

Oficial Mexicanas (NOM). Además de aquellas auditorías a través de las diversas secretarías gubernamentales como SENER, SEMARNAT, SAGARPA, CFE Y PROFEPA, entre otras. Con el propósito de tener una mejora continua en el proceso y optimización de recurso energético. La segunda forma es llevada a cabo de normativas internacionales como las que engloban la Agencia Internacional de Energía, tales como el protocolo de Kioto, bonos de carbono y la Empresa de Certificaciones tales como las ISO

3.6.9 Aspectos ambientales

El uso del biogás es la parte final de un proceso de tratamiento de residuos en el que se procura el beneficio del sector ambiental, aspecto de gran importancia a nivel internacional. En primer lugar, los sistemas de gestión del residuo biodegradable suponen la implementación de medidas que evitan las diversas contaminantes y posibles afecciones al medio acuático de estos residuos.

Por otro lado la aplicación energética supone el aprovechamiento de un recurso contaminante y degradante del medio ambiente, en cuya composición el metano es un componente importante. Este gas es el de efecto invernadero cuya incidencia en el medio es muy superior del CO₂.

En resumen, el impacto sobre el medio ambiente es directamente sobre su entorno, es decir, reduce los gases emitidos a la atmósfera por la emisión de metano, producido principalmente por la ganadería y otros contaminantes producidos por el propio ser humano.

Ahora bien los gases emitidos a la atmósfera, que en su mayoría es metano, su consumo es muy importante antes de llegar a la atmósfera, con esto se hace eficiente el consumo energético y la defensa del medio ambiente. Esto desde el punto de vista productivo con la generación de biogás a través de los residuos resulta una alternativa a la respuesta de la contaminación del entorno ecológico.

Otro de los puntos a mencionar en el aspecto ambiental, lo cual es tema de vital a nivel internacional es el de los llamados bonos de carbono en los cuales los países desarrollados y altamente contaminantes darán una cantidad de dinero a países que se dediquen a restaurar el medio ambiente.

3.6.10 Aspectos económicos

Dentro de este aspecto se considera la eliminación de compra de energía secundaria derivada del petróleo para usos doméstico en cualquiera de su uso en el medio rural remunerando así con los beneficios del biogás. Del mismo al momento de realizar el balance económico de la implantación de un sistema de aprovechamiento del biogás, hay que considerar por un lado todos los beneficios asociados a dicha actividad y por el otro, todos los gastos

Dentro de los beneficios se encuentran:

- Valor del propio biogás para uso doméstico en el medio rural.
- La materia prima a utilizar no posee una posible valorización (precio) económica.
- Gastos que desaparecen con la generación de biogás.

Otros gastos:

- Inversión inicial para adquirir los equipos necesarios
- Gastos asociados al propio proceso de digestión.
- Mano de obra.
- Gastos ligados al aprovechamiento del biogás.

Comparando la aplicación del biogás con la energía eléctrica convencional el gasto promedio estimado para el consumo rural per cápita se estimó en 54,02 kilowatts mensuales según los datos encontrados en la Comisión Federal de Electricidad CFE, para el año 2008 en las comunidades rurales con cobertura eléctrica en el estado de Chiapas, tomando en cuenta aspectos como la tarifa

de acuerdo al destino, se encuentra la tarifa con clasificación No.1 siendo de 350 pesos mensuales.

Por otra parte si se desea explotar el biogás con fines económicos es muy necesario establecer una metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico para su distribución en una red domestica o de tipo industrial etc.

3.6.11 Barreras del biogás

Se caracterizan en este apartado los principales problemas que dificultan el desarrollo energético del biogás, distinguiendo la problemática relativa a la producción del recurso ligada a su transformación energética.

Otro aspecto que debe tomarse en cuenta es que en algunos lugares rurales no será posible la generación total con eficiencia para la producción del biogás debido a la tecnología para el proceso anaeróbico.

Las barreras pueden ser en la mayor parte de tipo tecnológico esto para darle eficiencia a la producción, ahora bien se podría destacar los siguientes:

Falta de información:

Debido a la gran controversia que se tiene sobre la idea que el biogás se produce con alimentos y biocombustibles, en el caso de la legislación mexicana se promueve a través de la ley para la promoción y desarrollo de biocombustibles de segunda generación que consiste en el uso de excedentes que no sean alimentos maíz, arboles en vida etc.

Tecnología idónea:

En el caso de México y sus poblaciones rurales, la aplicación del biogás en el medio rural no requiere de gran tecnología que involucre grandes inversiones o

grandes infraestructuras debido a que las comunidades solo consumen lo necesario la mayor parte en el proceso de cocción de alimentos e iluminación. Aunque por otra parte cabe recalcar que hay instituciones Mexicanas con buen nivel de ingeniería que son capaces de generar la tecnología adecuada a la necesidad beneficiando a las comunidades con bajos costos y materiales para condiciones de uso prolongado.

Hay que mencionar también que se pueden presentar situaciones imprevistas de cualquier índole resultando nuevas que impiden desarrollar la alternativa energética y los múltiples beneficios del biogás.

3.6.12 Tipos de biodigestores

Un digestor es un tanque hermético donde ocurre la fermentación y un depósito de almacenaje de gas, las dos partes pueden estar juntas o separadas y el tanque de gas puede ser de campana fija o flotante. De acuerdo con la información consultada en cuanto a los biodigestores se clasifica en base a la frecuencia de cargado, los sistemas de biodigestión se pueden clasificar en:

- ✓ Batch o discontinuo
- ✓ Semi continuos
- ✓ Continuos

Sistema Batch o discontinuo:

Este tipo de digestor se carga una sola vez en forma total y la descarga se efectúa una vez que ha dejado de producir gas combustible, normalmente consiste en tanques herméticos con una salida de gas conectada a un gasómetro flotante, donde se almacena el biogás, este sistema es aplicable cuando la materia a procesar está disponible en forma intermitente, este sistemas es atractivo para las zonas rurales de los altos debido a que posee pocos inconvenientes que facilitarían la posibilidad de aplicarlo en las región Los Altos.

En este tipo de biodigestor se cargan a diferentes tiempos para que la producción de biogás sea constante, además tiene la facilidad de construcción del sistema, la sencillez en el proceso de digestión, la alimentación del digestor puede ser también mezclando residuos vegetales con pecuarios y por su mayor producción de biogás. La producción de biogás en este tipo de digestores es de 0,5 a 1,0 m³ biogás/m³ digestor.

FIGURA 1. DIGESTOR DISCONTINUO O BACTH



Sistemas Semi-continuos:

Es el tipo de digestor más usado en el medio rural y el cual es el más apropiado de acuerdo a las características de las comunidades rurales de la región Los Altos, cuando se trata de digestores pequeños para uso doméstico, los diseños más populares son el hindú y el chino, correspondiente a los de tipo hindú existen varios diseños, pero en general son verticales y enterrados. Se cargan por gravedad una vez al día, con un volumen de mezcla que depende del tiempo de fermentación o retención de tal manera que producen una cantidad diaria más o menos constante de biogás si se mantienen las condiciones de operación.

El gasómetro está integrado al sistema, en la parte superior del pozo se tiene una campana flotante donde se almacena el gas, balanceada por contrapesos, y de ésta sale el gas para su uso; en esta forma la presión del gas sobre la superficie de la mezcla es muy baja, de menos de 20 cm. Este tipo de digestores presenta una buena eficiencia de producción de biogás, generándose entre 0,5 a 1 volumen de gas por volumen de digestor, y aún más. En lo que respecta a los digestores tipo chino, estos son tanques cilíndricos con el techo y el piso en forma de domo, y se construyen totalmente enterrados.

En este tipo de digestores no existe gasómetro, de tal manera que el biogás se almacena dentro del mismo sistema y a medida que aumenta el volumen del gas almacenado en el biodigestor aumenta su presión, forzando al líquido en los tubos de entrada y salida a subir.

FIGURA 2. DIGESTOR SEMI- CONTINUO



Sistemas continuos:

Este tipo de digestores se desarrollan principalmente para tratamiento de aguas residuales, en general son plantas muy grandes, en las cuales se emplean equipos comerciales para alimentarlos, proporcionarles calefacción y agitación, así como para su control, por lo tanto este tipo de plantas son más bien

instalaciones tipo industriales, donde se genera una gran cantidad de biogás el que a su vez se aprovecha en aplicaciones industriales. Ante lo mencionado este tipo de sistema de biodigestor de descarta totalmente para la aplicación en la zonas rurales debido a que el biogás es para autoconsumo en cantidades necesarias para la cocción de los alimentos.

FIGURA 3. BIODIGESTOR CONTINUO



Fuente: www.wolkipedia.com/bioenergy

IV. PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE BIOGÁS

La presente investigación tiene lugar en el estado de Chiapas en una de sus 9 regiones que conforman el Estado. Se habla de la región Los Altos ubicada al centro del Estado; dentro de la misma región sobresalen los municipios de Chamula y Oxchuc con las características necesarias para la generación de biogás, esto debido a la información recabada en el periodo 2004-2005. Información que se obtuvo en investigaciones rurales de manera personal debido al servicio comunitario prestado en esos municipios.

4.1 Elementos característicos para la producción de biogás.

Se consideraron aspectos importantes y de gran impacto para plantear un diseño de biodigestor para la producción de biogás a una escala familiar en el medio rural por la simple razón del factor económico, el conocimiento técnico y la cultura que han adquirido a través del tiempo sobre el consumo de la leña en el seno familiar.

Ante las necesidades del medio rural se establecen los siguientes aspectos para la generación de biogás:

1. Un diseño económico de biodigestor aplicado a una familia rural
2. Capacitación técnica sobre el monitoreo y alimentación del biodigestor
3. Proponer actividades que generen valor agregado con el biogás (la venta del abono orgánico, producción de hortalizas utilizando el abono orgánico obtenido de la fermentación del biogás incluso la venta de los productos obtenidos, producción de quesos con el uso del biogás etc.)
4. La leña tiene impactos negativos que produce graves enfermedades a la salud, además tiende a incrementar su consumo.

Sin embargo existen otros aspectos que no se consideraron y que pueden tener un impacto en un largo plazo.

Para la extracción de biogás de un biodigestor presenta ciertos inconvenientes específicos ya que cada biodigestor tiene sus características propias tanto por su ubicación como el sustrato o la materia prima a fermentar y su pre composta si fuera necesario.

Para este caso, de acuerdo al análisis de la región y de las disposiciones de las familias rurales en cuanto a lo económico se propone a continuación un sistema económico de biodigestor semi continuo para la obtención de biogás, por lo tanto el uso del cemento, tubos PVC, polietileno, válvulas de paso, recipientes de almacenamientos como rotoplas, entre otros que se mencionarán en un apartado más adelante. Haciendo un análisis de los biodigestores mencionados en la literatura y sus características, para este caso se elige el sistema semi continuo debido es el sistema más usado en el medio rural. Las familias dedicadas a la agricultura en la región Los Altos también suelen ser propietarias de pequeñas cantidades de ganado (de tres a cinco vacas) como anteriormente se había mencionado y pueden, por tanto, aprovechar el estiércol para producir su propio combustible y un fertilizante natural mejorado.

Se considera que el estiércol está disponible y acumulado cerca de las viviendas debido a que no existen grandes terrenos para un sistema de pastoreo, por lo tanto, los malos olores y moscas desaparecerán al ser introducido el estiércol diariamente en el biodigestor familiar. Según la información consultada en cuanto al proceso anaeróbico, el diseño de un biodigestor depende directamente de varios parámetros tales como; la temperatura ambiente debido a que la temperatura marcará la actividad de las bacterias que fermentaran el estiércol. El diseño del biodigestor sistema semi continuo en cuanto los demás biodigestores, es el más adaptable a la región Los Altos, y se consideró mediante los siguientes criterios:

- La necesidad de una fuente de energía que no provoque enfermedades respiratorias

- Las necesidades medio ambientales (cuando se desea tratar todo el estiércol generado en las cercas de las familias rurales)
- La disponibilidad de un fertilizante natural para los cultivo de las familias incluyendo hortalizas

4.2 Biodigestor semi continuo aplicable para las comunidades rurales de la región Los Altos.

Es elemental indicar que la recolección de estiércol será realizada principalmente por las mujeres e integrantes que no tengan alguna actividad agrícola, por lo tanto, el trabajo a desempeñar no es mayor que trabajo del que se realiza con la recolección de la leña . Por ello el estiércol fresco está disponible y cercano a la casa.

Ahora bien, el análisis establece el porcentaje de producción de estiércol por unidad de ganado bovino, el cual sigue un patrón de peso, es decir, por cada determinado kilaje de peso en vivo del ganado bovino corresponde cierta cantidad de producción de estiércol diario. En la región Los Altos las unidades de ganado de las familias rurales están en cercas a una distancia corta del hogar, por lo tanto, son alimentadas por la familia y el peso de cada uno de ellos es aproximadamente de 400 a 500 kg.

Una vez conocido el peso para el porcentaje de estiércol y la relación sobre el patrón de peso y estiércol por cada unidad de ganado bovino, en el cuadro 15 la investigación Sistemas Ganadero en Chiapas por Guillermo Jiménez y Susana Ochoa, (2000), refieren a la ganadería en región Los Altos en tres niveles socioeconómicos y así mismo un estimado de ganado bovino por familia rural:

- Medio-alto
- Medio
- Básico

Identificamos al medio rural en el Nivel Básico y con estimado de 25 unidades de ganado por cada 6 familias rurales obteniendo un total de 4 vacas por cada

familia rural, resultando factible para la obtención de biogás a escala familiar a partir de un biodigestor.

Estas 4 unidades de ganado se ubican en un terreno cercado a corta distancia del hogar; cada unidad de ganado se estima en un peso de 400 a 500 kg; esto indica que las 4 vacas producen diariamente 100 kg de estiércol considerando el patrón de 25 kg/diarios omitiendo el rango de 26 a 40 kg/diarios debido a que se dé la posibilidad que alguna unidad de ganado no cumpla con el patrón en cuanto al peso.

Por ser ganado vacuno, podemos realizar una mezcla del estiércol de 1 litro de agua por cada 3 kg de estiércol; el resultado de la mezcla es de 133 litros de agua y estiércol. Los Altos es una región de valle alto, con una temperatura media de unos 15 grados, por lo tanto se asigna un tiempo de fermentación de 45 días.

4.2.1 Materiales necesarios

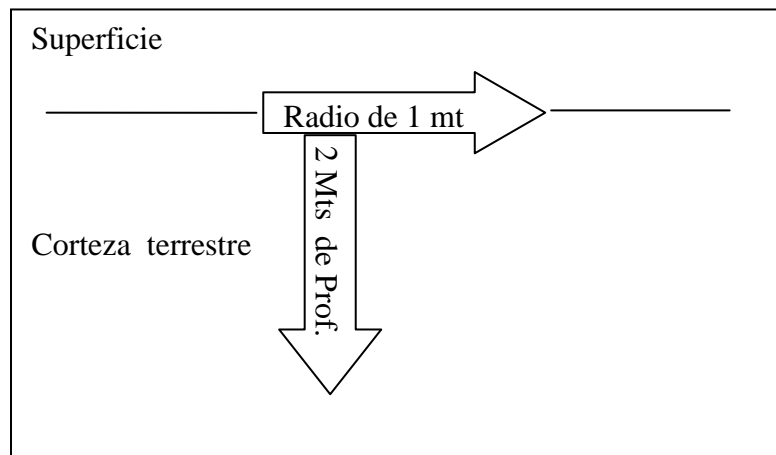
Los materiales necesarios para la construcción de un biodigestor semi continuo se pueden encontrar en una ferretería o alguna empresa fabricante de plásticos y polietileno para la agricultura en las comunidades de cada municipio y en la capital Tuxtla Gutiérrez. El material más importante es la manga de plástico o polietileno con la cual se realiza el domo o la parte superior del biodigestor. Analizando las condiciones del medio rural se recomienda usar una manga de polietileno. Si se quiere es posible usar también otros tipos de plástico en algunas partes del biodigestor, más comunes y fáciles de encontrar, pero el digestor tendrá una menor duración, aunque resulte también más barato de todas maneras se busca un polietileno que tenga un elevado grosor. También es importante adquirir los conductos para el biogás, tubos PVC, las llaves de paso, los aislantes y las herramientas para el proceso de construcción, llaves, pegamentos etc.

4.2.2 Construcción del biodigestor

El biodigestor se construye muy cercano al hogar de cada familia rural, primeramente cavando un pozo de las dimensiones preferidas de acuerdo a las necesidades de biogás y disponibilidad de estiércol, en este caso con una profundidad aproximada de 2 metros en una forma circular con un radio aproximado de 1 metro. Recubriéndolo con concreto incluyendo tabiques o ladrillos prefabricados para evitar algún derrumbe o fragmentos de tierra que puedan afectar el proceso de digestión, haciendo una perforación de tipo inclinada hacia la parte inferior del biodigestor para el afluente y efluente.

El afluente debe estar a una cierta distancia del biodigestor para la alimentación del mismo; en dicha perforación debe incluirse tubos PVC con el grosor necesario por el cual se introducirá el estiércol mezclado a esta conexión comúnmente es llamada afluente; de igual manera se procede a realizar el efluente que es la salida de la materia orgánica ya procesada una adentro de la otra.

FIGURA 4. PROFUNDIDAD DEL DIGESTOR

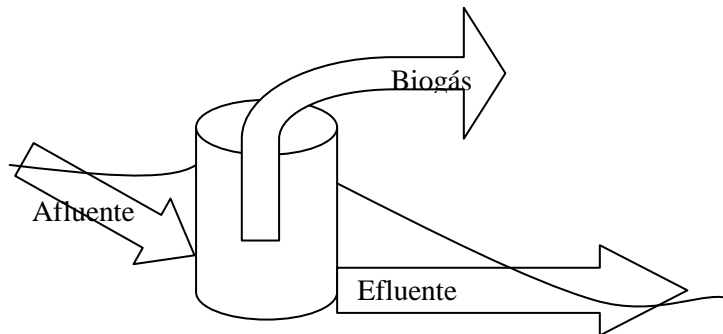


Fuente: elaboración propia a partir del análisis de la información

Como se observa en la figura se debe cavar 2 metros de profundidad por 1 metro de radio, el tamaño del biodigestor dependerá de la cantidad de estiércol disponible.

Se amarran los extremos o se cubren una vez que se alimente o excrete el biodigestor que funcionarán como boca y salida del digestor (Afluente y efluente), y en la parte superior central se recubre con el polietileno asegurándose que herméticamente esté cerrado dejando únicamente el orificio para el paso y la conducción del biogás para su consumo en la cocina.

FIGURA 5. AFLUENTE Y EFLUENTE



Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la información

Figura que muestra la alimentación del biodigestor (afluente) y la salida de la materia ya procesada (efluente) que posteriormente se aplicara como fertilizante para los huertos familiare.

La tubería que conduzca el biogás debe ser lo bastante resistente al calor del sol de lo contrario causarían la deformación de la tubería y la fuga del biogás, impidiendo el funcionamiento del digestor así como también la resistencia de las llaves de seguridad que abran y cierran el paso del biogás en todo el sistema de conducción hasta llegar a la cocina para su combustión.

El digestor se instala entonces en un pozo cerca del hogar parecido al modelo como se muestra en la siguiente figura; ahora bien el proceso que sigue es la conducción y almacenamiento del biogás. Para la conducción y almacenamiento del biogás, el gas se conduce hasta la cocina en unas tuberías de ½ pulgada ya sea de PVC o algún otro resistente al calor y cerca de la

cocina se instala una bolsa o recipiente de polietileno que sirve para acumular el biogás.

Para evitar que el digester explote cuando tiene demasiado gas, se instala una válvula de seguridad, la válvula de seguridad es un dispositivo que evita que el nivel de presión en el sistema llegue a valores tan altos tales de deformar el polietileno del digester o incluso hacerlos reventar.

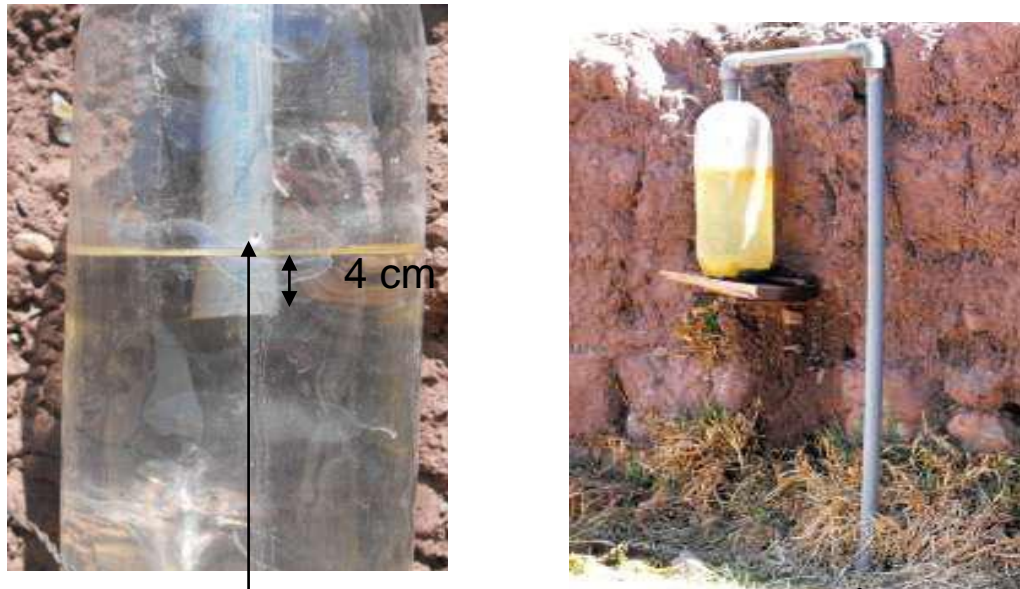
FIGURA 6. DISEÑO DE BIODIGESTOR SEMI CONTINUO PARA LAS POBLACIÓN RURAL DE LA REGIÓN LOS ALTOS



Puede ocurrir por ejemplo que la familia rural no cocine durante todo un día, el gas se acumula en el digester y sobre todo en la bolsa de polietileno el cual se llena por completo y así evitar que se escape al aire libre; el biogás tiene una parte de vapor que condensa en las tuberías, que debemos quitar de las tuberías mediante una trampa de agua como se muestra en la siguiente figura.

Para eso es muy necesario ubicar una topografía del lugar que con una forma inclinada en dirección a donde se encuentra la trampa de agua, esto logra una mejor circulación del biogás

FIGURA 7. TRAMPA DE AGUA



Se abren unos orificios en la botella para evitar que el nivel de agua suba por encima de lo establecido y cuando este vacío se repone la cantidad de agua perdida, los orificios controlan el nivel, El tubo debe estar sumergido 4 cm.

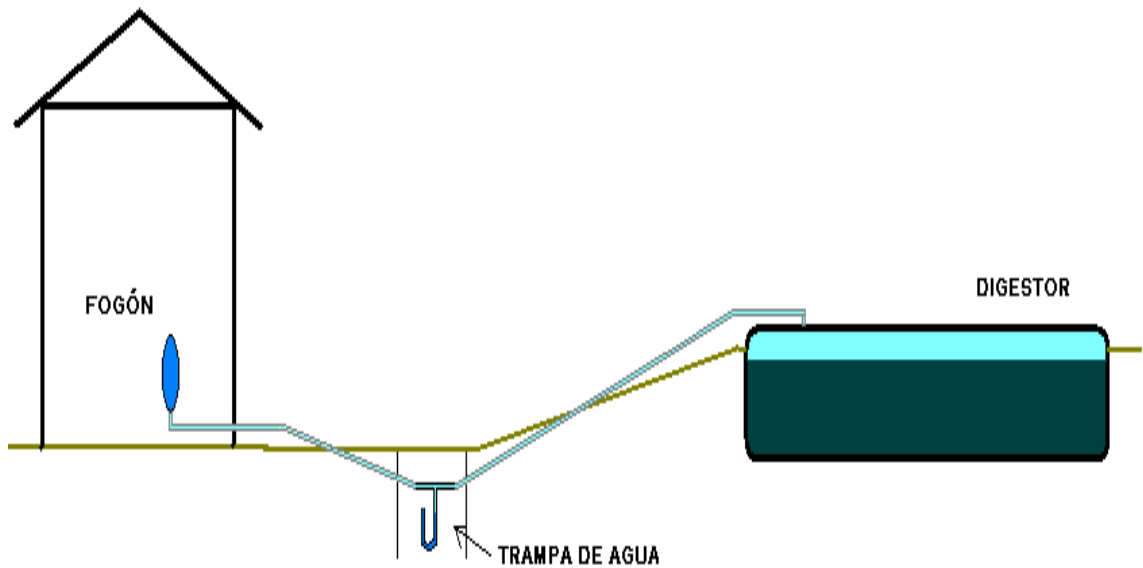
Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la información

4.2.3 La trampa de agua

El gas sale del biodigestor saturado de vapor de agua, sobre todo durante las horas de sol, cuando el gas sale, el vapor condensa en agua líquida y pasa por una tubería que si tiene forma horizontal, el agua se acumula en una capacidad muy poca, a la vez causa una obstrucción al paso del biogás, por esta razón las tuberías se instalan con pendiente y de esta manera el agua condensada recorre la tubería hasta la trampa de agua, donde saldrá hacia el exterior.

La trampa de agua permitirá la evacuación del agua sin permitir el escape del gas.

FIGURA 8. RECORRIDO DE LA TUBERÍA PARA LA TRAMPA DE AGUA



Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la información.

Como se observa en la figura el recorrido de la tubería hay un punto bajo, en el cual se acumularía el agua evaporada que se condensa: con el tiempo el agua acumulada bloquearía el paso al gas. Para evitar este problema se instala la trampa de agua, justo en el punto más bajo.

4.2.4 Las pozas de mezcla y descarga (afluente y efluente)

La poza de mezcla ayudará a preparar la carga diaria de estiércol que se recolectará en la cerca ya mencionada, donde se encuentran ubicadas las unidades de ganado con más facilidad y higiene. Se puede dimensionar calculando que sirva para la preparación de una carga diaria, entonces con una capacidad de máximo 150 litros, que por ejemplo para las características del

biodigestor familiar se consideran las dimensiones 80 centímetros de largo por 50 centímetros de ancho.

FIGURA 9. ALIMENTACIÓN DE BIODIGESTOR MEZCLA Y CARGA (AFLUENTE)



Maya que se usa para evitar que entren fibras al digester

Tapón y tubería que conduce al biodigestor

Agua para la mezcla del estiércol, incluso se puede usar agua caliente

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la información.

4.2.5 Descarga (efluente)



Lo típico es que se instale la salida para la descarga de la materia procesada, a un nivel característico para la descarga de la materia orgánica.

Es muy importante este punto porque de aquí se obtendrá el abono orgánico para los huertos y hortalizas que contará cada familia,

de tal manera de valor agregado que tendrán las familias rurales.

Esta salida (efluente) en la parte baja, logra que resulte útil instalar el digestor con el estilo elevado, así evitar la descarga de los lodos en zona demasiado profunda.

4.2.6 El quemador

Con la trampa de agua se logra que la tubería que conduce el biogás hasta la cocina para su combustión quede libre de impurezas para una mejor flama; el paso final es el quemador por lo cual es sencillo de construir y fácil de usar.

Se consideran dos pedazos de tubos de hierro galvanizado de ½ pulgada por 18 centímetros de largo aproximadamente conectados con un codo, si la necesidad de la familia rural requiere de dos quemadores, como se muestra en la siguiente figura.

FIGURA 10. QUEMADOR EN LA COCINA



Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la información

Como se observa en la figura se presenta dos quemadores, de lo contrario también se puede instalar solo un quemador, siempre y cuando dependerá del consumo de la familia.

También los quemadores pueden tener diferente forma, esto para facilitar el trabajo de cocción y así que las amas de casa puedan colocar los recipientes a la manera en que puedan cocinar sus alimentos.

FIGURA 11. DIFERENTES QUEMADORES PARA LA COCCIÓN DE ALIMENTOS



Fuente: Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares.

4.3 Aplicaciones del biogás en el seno familiar

Una vez obtenido el biogás en el seno familiar, su uso es directamente en la cocina para la cocción de los alimentos, es decir, el valor propio del biogás para el uso doméstico. Por otra parte se puede dar seguimiento al uso del biogás en actividades que generen un valor agregado o alguna retribución económica con propuestas para la fabricación de algún tipo de alimentos como la fabricación de quesos; esta propuesta se debe a que las familias rurales cuentan con al menos 1 o 2 vacas, así también se obtienen directamente los siguientes beneficios:

- ✓ Cuidado del medio ambiente.
- ✓ Reduce el trabajo en comparación con la recolección de la leña.

- ✓ No existe abundante humo al cocinar.
- ✓ Se obtiene abono orgánico derivado de su proceso anaeróbico.
- ✓ Control sobre el estiércol,
- ✓ Higiene en cuanto a moscas en el estiércol.

4.3.1 La producción de queso casero a través del biogás

En las comunidades rurales de la región Los Altos existen una diversidad de productos fabricados de manera familiar o caseros tales como los tamales, los chiles en escabeche, las camisas típicas y detalles artesanales del lugar etc. Las familias de la región Los Altos reciben apoyo económico gubernamental del programa “oportunidades” cada dos meses y en cuanto a las personas adultas el gobernador en turno Juan Sabines Guerrero implementó el programa “amanecer” el cual otorga un apoyo económico mensual para las personas adultas.

Ante estos apoyos la mayoría de los habitantes en el medio rural tienden a realizar alguna actividad económica ya sea en la compra/venta de alimentos o productos que puedan adquirir los habitantes del mismo lugar generando directamente una retribución económica lo cual conlleva a una mejor vida en cuanto a lo económico. La producción de quesos es una actividad muy remunerativa, en ciertos casos la limitante es el alto precio del gas natural que se usa para la cocción lo cual lleva a un precio elevado del queso y la poca venta. En el medio rural las familias rurales como antes se había indicado cuentan con al menos 3 o 4 vacas, y el sistema del biodigestor semi continuo para la obtención del biogás, ayudará para el proceso de producción de queso. A continuación se mencionan los pasos principales que se usan en la región Los Altos para la producción de queso llamado coloquialmente “queso Fresco” o también se le conoce como queso blanco.

Los materiales y equipo son los siguientes:

- Leche
- Cubetas de plástico con capacidad de 5 litros.
- Recipientes de acero inoxidable amplios y limpios
- Moldes cilíndricos
- Mantas para cubrir los recipientes
- Biogás
- Cucharas de madera o plástico

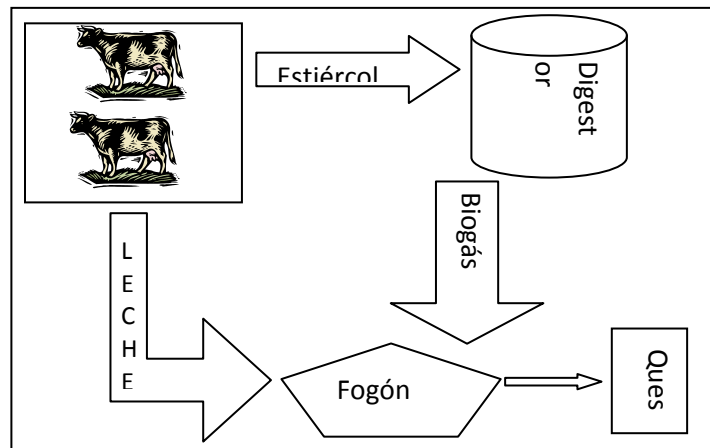
Se parte de la idea de que los habitantes ya tienen el conocimiento para la preparación de los quesos, debido a que es una forma peculiar de producción casera para su obtención. De acuerdo a la experiencia sobre el proceso de producción del queso en la región Los Altos se establece que es un proceso muy sencillo y se menciona el siguiente procedimiento.

1. Medir la leche
2. Pasteurizar (82 – 85 °C)
3. Con un coagulante comercial, agregar lentamente mientras se agita
4. La coagulación es inmediata
5. Continuar agitando por 3 minutos
6. Dejar sedimentar la cuajada por 15 minutos
7. Primer desuerado por decantación
8. Segundo desuerado por colado y escurrido en manta de cielo
9. Revolver la pasta para que enfríe un poco
10. Salar la cuajada al 3 % de su peso
11. Mezclar bien amasado
12. Colocar la pasta en moldes
13. Prensar durante toda la noche y listo.

La parte fundamental de la aplicación del biogás en la fabricación de queso es el proceso de pasteurización de la leche, es decir, al momento de hervirla. Por lo regular es de aproximadamente de 30 a 50 minutos, muy importante indicar que la temperatura del fuego marca el tipo y calidad del queso, el biogás en si

tiene sus características en cuanto a la cocción. Con el uso del biogás en la fabricación de queso se reduce el costo fijo en comparación con el gas natural, el cual tiene un precio elevado de aproximadamente de 350 pesos los 30 lts de gas, con el biogás se estaría eliminando este costo, proporcionando un precio menor del producto si es para la venta y un ahorro si es para autoconsumo, haciendo sostenible esta actividad y con una buena remuneración económica, el precio normal de queso se mantiene en 50 pesos. Y se requiere 8 litros de leche para la producción de 1 kg de queso.

FIGURA 12. DIAGRAMA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUESO



Fuente: elaboración propia a partir del análisis de la información

Por lo tanto la producción de quesos a partir de la aplicación del biogás en el seno familiar resulta totalmente sostenible para las familias en el medio rural de la región Los Altos debido al estiércol que se produce para el proceso anaeróbico y la leche ambos derivados de la unidad de ganado con la que cuenta la familia; por otra parte existen un sinnúmero de aplicaciones del biogás en las comunidades rurales, pero la producción de quesos es algo tradicional, en especial el queso “fresco” o comúnmente blanco.

4.3.2 Usos del abono orgánico sobre un huerto familiar

Una vez mencionada la propuesta para la aplicación del biogás en el seno familiar existe otro subproducto derivado del proceso anaeróbico del biogás el

cual también es aplicable en el ámbito familiar y nos referimos al abono orgánico, el cual tiene un gran potencial para la nutrición del suelo.

En este caso se propone el uso del abono orgánico para pequeños huertos productores de hortalizas en el ámbito familiar para autoconsumo y la venta del excedente, por lo tanto se recomiendan cultivos que no requieran gran capacidad técnica o susceptibles a enfermedades, para este huerto se propone el cultivo del rábano y el cilantro.

Se formula una metodología sencilla para el uso del abono orgánico en los huertos de las familias rurales en la región Los Altos para la producción del rábano y el cilantro, de acuerdo a las condiciones del medio rural en las que se vive y la disponibilidad del terreno para llevar a cabo la producción de estos cultivos. Y sobre todo la reserva de abono orgánico por parte del biodigestor, por otra parte las condiciones son favorables debido a que se encuentra a una perfecta distancia el biodigestor y el huerto. Siendo lo anterior se presenta la siguiente metodología para la aplicación del abono orgánico en los huertos rurales de la región Los Altos para el cultivo de cilantro y rábano:

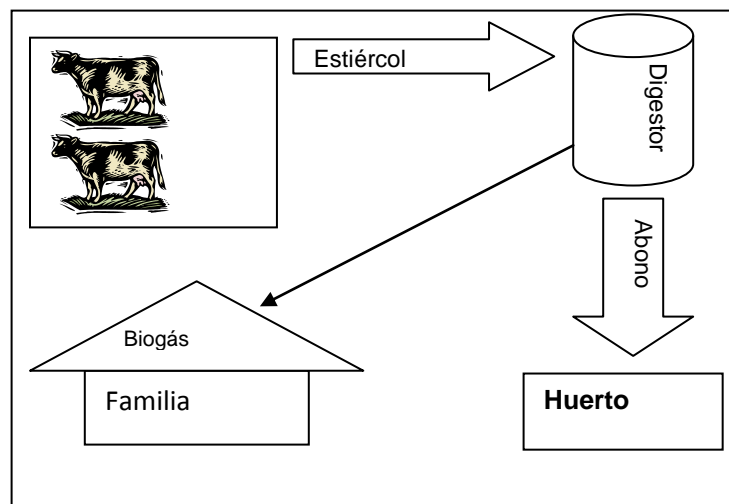
1. Inicialmente, cuando se prepare el terreno se puede usar el fertilizante recién salido del biodigestor para regarlo en el terreno.
2. Se propone las dimensiones del huerto con superficie cuadrada de 5 metros. Es importante mencionar que dependerá de la disponibilidad de abono orgánico para su fertilización, El día antes de sembrar, se pueden fertilizar las dimensiones ya indicadas con una dosis de fertilizante de aproximadamente 50 kg de abono orgánico ya preparadas con agua para un mejor desarrollo de la semilla y/o grano.
3. Una vez crecida la planta, se puede filtrar el abono orgánico para volver a aplicar si en un caso así lo requiera de acuerdo la observación y condiciones del cultivo; deben considerarse además otras actividades que requiera el cultivo como; la limpia de maleza, el riego y una maya protectora contra animales domésticos; debe razonarse una dosis

necesaria del abono orgánico para no quemar la planta y en qué etapa del cultivo aplicar dicho abono.

- Una vez obtenido el producto se considera la necesidad para el autoconsumo y ver la posibilidad del vender el excedente; correspondiente a los huertos es necesario volver a planificar y volver a cultivar, se recomienda una rotación de cultivo para tener disponible el producto en la mayoría de las temporadas.

Si bien la producción de quesos es una aplicación del biogás así también la producción de cilantro y rábano a través del abono orgánico fertilizado en los huertos familiares, resultado de la materia orgánica ya fermentada dentro del proceso de obtención del biogás, también resulta otra aplicación de la implementación del biogás aplicables a las zonas rurales. Se puede analizar claramente los beneficios positivos y el impacto directo que resulta de la perspectiva del biogás en las zonas rurales de la región Los Altos.

FIGURA 13. DIAGRAMA DE LA UBICACIÓN DEL HUERTO



Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de la información.

V. CONCLUSIONES

En el análisis de esta investigación queda evidenciado que el Estado de Chiapas debe procurar una política integral de energía, en la cual incluya principalmente el medio rural y las formas de energía que encajen de acuerdo a sus necesidades y de manera prioritaria dar lugar a fuentes alternas de energía, lo anterior expone que con las perspectivas del biogás en el medio rural se puede finiquitar las carencias que sufren las comunidades rurales en cuanto a combustibles y fuentes de energía no solo en el estado de Chiapas sino a nivel nacional, por lo tanto se demuestra que el biogás es una opción real en las zonas rurales de la región Los Altos con notables aplicaciones en el seno familiar y de gran valor tanto como desarrollo social y lucrativo.

Además se aprovecha un recurso que causa tantos problemas en el ámbito social y conjuntamente se contribuye a depurar los desechos orgánicos por parte de la ganadería y el impacto de contaminación que produce al medio ambiente. También se resolvería la contaminación de los hogares rurales por parte de la combustión de la leña en fogones debido a que es una de las causas más importantes de enfermedades respiratorias y de otros problemas de salud que enfrenta la población de la región Los Altos, así mismo en los lugares que usan esta fuente de energía para la cocción de los alimentos.

Con los beneficios del biogás se estaría aportando la seguridad energética tanto a nivel urbano nacional como esencialmente en los hogares rurales, se abastecería de energía en forma segura y sostenible a los habitantes más dispersos y desprotegidos además no requiere grandes sumas de dinero para su puesta en marcha, al contrario, es una alternativa que está teniendo gran impacto tanto a nivel privado como gubernamental. Lo anterior es un punto a favor a considerar en cuanto al financiamiento debido a que instituciones gubernamentales y dependencias que apoyan ampliamente las fuentes alternas de energía como FIRCO, y otras dependencias de SAGARPA.

Lo antepuesto genera un plus a las actividades en el medio rural dando valor agregado a las aplicaciones del biogás en actividades secundarias que generen algún beneficio extra, esto para enfrentar los desequilibrios de escasos recursos en cuanto a fuentes primarias de energía y el agotamiento de los recursos no renovables lo cual día a día aumenta los riesgos de la dependencia total, principalmente de los hidrocarburos.

Por lo tanto, el biogás generado a partir de los residuos orgánicos derivados de las cabezas de ganado con las que cuentan las familias rurales, llevados a un proceso anaeróbico para la generación de biogás en las poblaciones rurales de la región Los Altos es totalmente sostenible a partir de 4 cabezas de ganado bovino. También es sostenible y muy necesario por las condiciones de energía que en la región Los Altos persisten.

Así mismo el biodigestor semi continuo es adaptable a una escala familiar con las condiciones mencionadas anteriormente, también por su alimentación de residuos de ganado bovino, su característica de construcción al alcance del poder económico de una familia rural, por su diseño no muy complejo; consiste primeramente en cavar a una profundidad de 2 metros por 1 metro de radio logrando una forma redonda, cubriendo las dimensiones con concreto.

Contiene un afluente y un efluente para la carga y descarga de la materia orgánica, usando el material de polietileno para cubrir la parte superior del biodigestor; una trampa de agua para evitar la fuga del biogás una vez lleno el biodigestor. Todo lo anterior conlleva a concluir que se cumplió con los objetivos planteados y por lo tanto se acepta la hipótesis.

VI. RECOMENDACIONES

De lo planteado en este trabajo, se presentan las siguientes recomendaciones para ser examinadas de acuerdo a los objetivos:

- ❖ Elaborar un plan estatal donde se apoye el fortalecimiento de la generación de energía derivada de recursos naturales como la biomasa.
- ❖ Estimular la investigación y desarrollo tecnológico orientado hacia la producción agrícola de cultivos que favorezcan la generación de bioenergéticos.
- ❖ Establecer una norma donde mencione los parámetros requeridos para el aprovechamiento de los residuos orgánicos municipales a través de propósitos con orientación sostenible.
- ❖ Promover el desarrollo de proyectos de aprovechamientos del biogás en el ámbito rural, urbano e industrial.
- ❖ Generar propuestas mediante actividades secundarias como la creación de huertos familiares a partir de residuos de la fermentación anaeróbica y la producción de queso a través del biogás, que incentiven a los pueblos marginados y dispersos en México a integrarse en una sociedad de permacultura.
- ❖ Finalmente la recomendación de que hagamos una reflexión que forje un ideal en cuestión de que invariablemente el futuro de la humanidad será más promisorio en la medida que escuchemos, compartamos y convivamos más con la naturaleza en el resultado de empatar beneficios.

VII. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Borroto Bermúdez, A. 2001. Energización de comunidades rurales ambientales sostenibles, CECOSA. México

Comisión Nacional de Energía 2007. Modelo mexicano de la basura como fuente alterna de energía. Secretaría de Desarrollo Social, Instituto de Investigaciones Eléctricas, México.

Contreras, L. 2006. Producción de Biogás con fines energéticos. De los histórico a lo estratégico. México, Universidad Autónoma de Puebla.

Quezada, Aníbal. 2001. Nacionalismo Revolucionario y Seguridad Nacional en México. Instituto Politécnico Nacional. México.

Rendís Fuero, B. 1998. Energías alternativas. Universidad de Cienfuegos. Ediciones LTDA Colombia.

ELECTRÓNICOS

Bartra Viñeros, L. 2000. Fuentes Primarias de Energía. Universidad de Chile.

Comisión Nacional de Energía.2004. Alternativas Energéticas Nacionales, Instituto de Investigaciones Eléctricas. México.

Díaz Jiménez, P. 1999. El petróleo la riqueza pobre. IIED. México

Douglas, M.2005. Enciclopedia de Energía, Tomo 5. Tecnología, Considine, México-Barcelona.

García Ovando, Fernando. 1995. Seguridad energética. Instituto Politécnico Nacional. Pág. 35, 1995. México.

Redfiel ventarro, R. 2006. Redes sociales y Energía. Universidad de Barcelona. España.

Valdivia Gil, G y Chacón Domínguez, S. 2008. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. México.

SITIOS DE INTENET

<http://www.worgenergy.com>

<http://www.o pep.com>

<http://www.mundoverdecom.mx>

<http://www.bionergey.com>

<http://www.pemex.com/Informe-estadístico-de-labores/campo-cantarell.México.pdf>.

<http://www.sener.es/acerca-de-sener/basededatosindustrial->

Buscar:

- Perspectivas del sector
- Energías renovables para el desarrollo sustentable de México.

SAGARPA: <http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx>

Buscar:

Indicadores de ganadería en Chiapas en general, no incluye carne en canal

INEGI: <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=17484>

Censo General de Población y Vivienda, 2005; Agenda Estadística de Chiapas, 1997-2005.

TESIS

Ávila Soler, Enrique. Tesis de posgrado, Biogás: opción real de seguridad energética para México, Instituto Politécnico Nacional, 2007

García Encino, Gabriel Javier. Tesis de Licenciatura, Diseño y Construcción de un sistema de calentamiento de agua a base de Biogás como fuente de energía, UAAAN, 2006.

García Ovando Fernando, Proyecto para la obtención de biogás a partir de estiércol, Instituto Politécnico Nacional.2005

Montes Carmona, María E. Proyecto, Estudio técnico-económico de la digestión anaerobia conjunta de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y lodos de depuradora. IPN, 2008.

Torres Zayago, José Francisco. Monografía de Licenciatura, Biogás como fuente de energía, UAAAN, 2006.

