ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Proyecto Sobre Comercialización Y Producción De Biodigestores Para Su Implementación En El Sector Agrícola De La Provincia Del Guayas

Jorge Hurel
Irma Lucio
Lupe Mayeza
Facultad de Economía y Negocios
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
jhurel@espol.edu.ec
ilucio@espol.edu.ec
lmayeza@espol.edu.ec

Director de Tesis: Economista Giovanny Bastidas
gbastida@espol.edu.ec

Resumen

El biogás es un gas combustible producido por bacterias en el proceso de biodegradación de material orgánico en condiciones anaeróbicas, es decir, sin oxígeno. Es una mezcla de gases en donde predomina el metano y el dióxido de carbono. La producción de biogás a través de la digestión anaeróbica depende de las características y tipo de la materia orgánica, así como de la cantidad de la misma. En términos generales, el biogás puede ser obtenido de las aguas residuales orgánicas y de residuos orgánicos sólidos, como el estiércol, desechos de pastos o desechos rurales y urbanos (basura). La tecnología utilizada para convertir los residuos sólidos y líquidos en biogás es el biodigestor, que es donde ocurren los procesos de fermentación anaeróbica referidos arriba. Las variables más importantes en la producción de biogás, son el tipo de sustrato o nutrientes disponibles, la temperatura del sustrato, la carga volumétrica, el tiempo de retención, el grado de mezclado y la presencia de inhibidores del proceso. La calidad y cantidad de estiércol producido depende de la edad del animal, su tamaño y peso. El tipo de dieta es otro factor que influye en la determinación de la cantidad de excretas (por ejemplo, el ganado alimentado con dietas altas en concentrado no producirá tanto estiércol como el alimentado con dietas altas en fibra).

Palabras Claves: biogás, biodigestores, temperatura, carga orgánica.

Abstract

Biogas is a combustible gas produced by bacteria in the biodegradation process of organic material under anaerobic conditions, ie without oxygen. It is a mixture of gases with a predominance of methane and carbon dioxide. The production of biogas through anaerobic digestion depends on the nature and type of organic matter and the amount thereof. In general, biogas can be obtained from organic waste water and solid organic waste such as manure, waste pasture or rural and urban waste (garbage). The technology used to convert solid and liquid waste is biogas digester, where they occur anaerobic fermentation processes referred to above. The most important variables in the production of biogas, are the type of substrate or nutrient availability, substrate temperature, the volumetric charge, retention time, the degree of mixing and the presence of inhibitors of the process. The quality and quantity of manure produced depends on the animal's age, size and weight. The type of diet is another factor in determining the amount of manure (eg cattle fed high concentrate diets do not produce as much manure as fed diets high in fiber).

Keywords: biogas, digester, temperature, organic load

1. Introducción

En una época de altos precios para materias primas, hay que saber calcular muy bien cuando se planifica la construcción de una planta de biogás (BIODIGESTOR). A través del tratamiento de los desechos orgánicos, le podemos decir al productor que esos no son desechos, es materia prima para generar energía. Además, es energía que puede ser reutilizada en la misma cadena productiva.

Con el biodigestor en construcción en los terrenos de haciendas en la Costa de nuestro país, principalmente en la Provincia del Guayas, que es en donde enfocaremos nuestro estudio de mercado, se espera producir energía eléctrica y térmica, la que será generada por un motor a biogás con una potencia eléctrica, la misma que será alimentada con los desechos orgánicos que produce los animales de dichas haciendas, con los desechos de los comedores y con el de los cultivos.

Los residuos de la Planta de Biogás, en su calidad de abono, serán aplicados a las praderas del propio establecimiento, pero sin el contenido de la carga orgánica. Esto significa un efluente sin patógenos, larvas ni olor, pero que mantiene su riqueza en nutrientes.

Por otro lado, pero ya enfocado hacia el área de negocios, con esta iniciativa se busca también disminuir el grado de incertidumbre que pueda existir en los futuros inversionistas interesados en esta tecnología, que invita a reutilizar los desechos orgánicos resultantes de cualquier proceso productivo, los que muchas veces se transforman en un problema por su potencial impacto negativo para el medio ambiente

En los últimos años ha crecido a nivel mundial el interés en las fuentes renovables de energía. La desaparición a mediano plazo de los combustibles fósiles (no renovables) ha obligado a gobiernos e instituciones a buscar nuevas fuentes de energía que sirvan como sustitutos de los no renovables y a su vez permitan aplicar adecuadas políticas medioambientales.

Uno de los combustibles naturales con mayores potencialidades es el Biogás obtenido como resultado del proceso de descomposición de la materia orgánica. Como elemento fundamental se puede mencionar que dicho combustible se produce a partir de los desechos sólidos que genera la vida cotidiana, y por lo tanto constituye una alternativa muy viable para obtener energía.

En los momentos actuales es de vital importancia concienciar a los técnicos de nuestra provincia para promover la producción de Biogás.

Al hacer un breve análisis acerca de la implementación del tratamiento con biodigestor de los residuos de la producción agrícola, se hace referencia a la situación de las haciendas en la Costa de nuestro país en esta materia y su posible adopción. Se describirá una de las metodologías de producción agrícola, donde este tratamiento sería aplicable, para continuar con una caracterización en forma conceptual del funcionamiento del tratamiento con biodigestores. Conocemos algunos ejemplos de países en donde esta prometedora tecnología fue implementada, como Bolivia, Brasil, Colombia, Perú, Venezuela y Alemania

En Ecuador se conoce poco acerca del uso de materia orgánica para generar biogás y biofertilizante para los hogares pero hace ya algunos años que varios cantones han desarrollado proyectos y construido rellenos sanitarios para en su futuro generar gas metano como el Relleno Las Iguanas de Guayaquil, el Pichacay de Cuenca, entre otros.

Actualmente el Rellenos las Iguanas no tiene un sistema de recolección de gas, quemado o de utilización; sin embargo, en el lugar si se quema una porción pequeña del biogás emitido por las chimeneas de gas pasivo. Se realizaron ensayos de bombeo en abril del 2007 en un área con desechos de cuatro años de antigüedad, operado por pozos perforados para la recolección de gases.

Así mismo se han hecho estudios en otros rellenos dando resultados favorables; sin embargo aun no se ha construido ningún sistema para la recolección de los gases.
El punto de partida y motivo para el levantamiento de la planta de Biogás consistió en la ampliación de la producción agrícola clásica de leche, carne de cerdo y cultivo de alimentos para animales, mediante la generación de energía. El riesgo de las variaciones del precio de mercado para productos agrícolas debe ser reducido.

2. Objetivos

Como objetivo general se espera disminuir el impacto ambiental producido en las granjas y fincas mediante la implementación de

Tecnologías Limpias como la fermentación anaeróbica, propiciando la implementación de fuentes energéticas renovables.

Con el desarrollo de este tipo de proyectos se logra que las energías renovables tengan una mayor participación en la satisfacción de las necesidades energéticas, contribuyendo así a su desarrollo sostenible, la reducción del incremento de los gases de efecto invernadero y la mitigación de los efectos adversos del cambio climático mundial.

Es importante remover las barreras que puedan obstaculizar una mayor participación de las energías renovables a pequeña escala en el país, promoviendo proyectos como este, los cuales conllevan el fortalecimiento del desarrollo de las energías renovables en los mercados emergentes de energía eléctrica y uso racional de los recursos bioenergéticos.

Con la realización de este tipo de proyectos se fortifica la capacidad del recurso humano en la temática de las energías renovables. El proyecto contempla el diseño y la implementación de un fermentador anaerobio por medio de un biodigestor para la producción de biogás en las granjas y fincas del Ecuador.

Dentro del proyecto está contemplado realizar una guía para la divulgación de los aspectos técnicos, sociales, ambientales y económicos de la tecnología dentro de las empresas del sector agrícola y ganadero, el cual servirá de base para la promoción del uso de las energías renovables. Además de un diagnóstico ambiental que incluya estudios de generación de desecho y consumo energético.

2.1 Objetivos Específicos

Sistema de tratamiento de desechos orgánicos de animales.
Capacitación a la población en temas ambientales, energías alternativas y uso de los subproductos.
Fuente de Generación energética se obtiene biogás y bioabono.
Colectar, destruir y aprovechar el gas de relleno sanitario.
Reducir los impactos ambientales.
Proporcionar un modelo de manejo de residuos sólidos en rellenos sanitarios de modo que se realicen réplicas en nuestro país
Proporcionar un mecanismo de desarrollo limpio que obtenga beneficios de un recurso que actualmente no es aprovechado.

3. Estudio Sectorial

El sector agrícola es el más importante en la participación del PBI nacional (17.4%), seguido por el sector petróleo y minas (15.3%). Los datos del Banco Central del Ecuador (BCE) reflejan que en 2007, la agricultura representaba el 8,7% del Producto Interno Bruto (PIB) del país, que sumaba más de $22.400 millones, ese año. En 2008, la participación bajó al 8,5% y al año siguiente se ubicó en 8,6%. Pero entre el 2008 y 2009 el crecimiento del sector fue de apenas 0,69%, y en lo que va del 2010 (primer semestre) el desempeño es de 0,91%.

De los productos agrícolas, los más importantes en términos de producción son el banano, la caña de azúcar y la palma africana, siendo el banano el más importante ya que contribuyo con un 18% de las exportaciones totales en el 2002 (US$827 millones).

Otros cultivos importantes de exportación son el cacao (US$65 mill.) y el café (US$42 mill.).

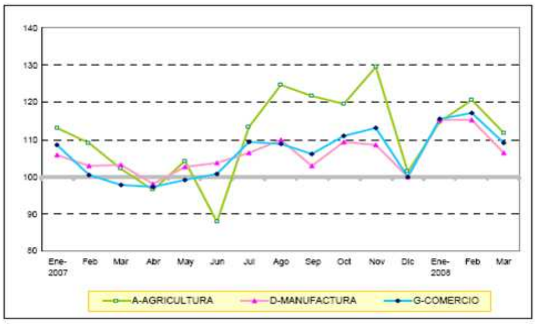


Gráfico 1: Principales sector de la actividad económica registrada en el Ecuador

4. Estudio de Mercado

La provincia del Guayas la entendemos como el más importante colectivo social, urbano y rural, que está conformado y construido por ciudades, cantones, parroquias, recintos, con una población de 3’432.447 habitantes, por ende nuestro mercado objetivo será dicha provincia.

La población de productores es de 3787 inscritos, para el año 2011 según datos del MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA, ACUACULTURA Y PESCA.

En cuanto a producción ganadera en el Ecuador, especialmente, el ganado vacuno, es la especie con mayor cantidad de ejemplares, concentra seguida del ganado porcino, en tercer lugar en cabezas lo ocupa el ganado ovino, a nivel nacional y en Guayas, es el ganado caballar.

Tabla 1: Número de cabezas de ganado en el Ecuador

REGIÓN Y PROVINCIA	NÚMERO TOTAL DE CABEZAS (Machos y Hembras)						
	Vacuno	Porcino	Ovino	Asnal	Caballar	Mular	Caprino
TOTAL NACIONAL	5,034,652	1,912,046	973,223	169,274	403,146	134,233	156,420
REGIÓN SIERRA	2,490,799	1,417,439	948,792	128,669	184,517	55,852	118,108
REGIÓN COSTA	1,887,881	414,848	14,584	38,696	155,386	65,832	37,786
REGIÓN ORIENTAL	655,973	79,760	9,846	1,908	63,243	12,549	526
REGIÓN COSTA							
EL ORO	156,988	55,247	6,404	1,736	7,605	5,367	972
ESMERALDAS	334,528	73,259	2,334	1,920	30,780	13,242	689
GUAYAS	376,873	91,294	4,497	7,223	49,278	6,569	18,296
LOS RÍOS	121,781	37,462	827	811	19,307	2,242	205
MANABÍ	897,710	157,586	522	27,006	48,415	38,412	17,625

En cuanto a distribución de los suelos en el cuadro adjunto, se puede observar la tasa media de crecimiento anual, la serie estadística del 2002-2009, correspondiente a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), y los gráficos con la distribución en porcentaje, de cada una de las categorías del suelo a nivel nacional y regional.

A pesar de que el sector agropecuario es muy dinámico, debido al factor clima, pese a ello, existe la decisión de la mayoría del pequeño y mediano agricultor en continuar laborando las tierras, es así que, en los años 2002-2009 con relación al 2008, se observa un incremento de 1.21% en cuanto a la tasa media de crecimiento del uso del suelo con cultivos permanentes frente al 0.33%.

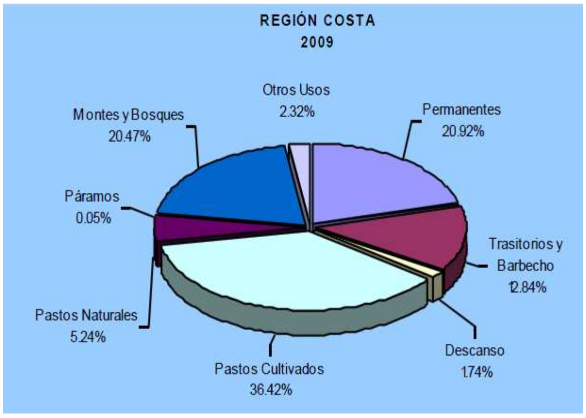


Gráfico 2: Superficie del uso del suelo por categorías

5. Estudio del Biodigestor

El biogás es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano y el bióxido de carbono, el cual se produce cono resultado de la fermentación de la materia orgánica en ausencia del aire, por la acción de un grupo de microorganismos.

En la naturaleza se encuentra una gran variedad de residuos orgánicos a partir de los cuales puede obtenerse biogás, entre ellos se encuentran: los desechos provenientes de animales domésticos como vacas, cerdos y aves, residuos vegetales como pajas, pastos, hojas secas y basuras domésticas.

Nuestro producto que ofrecemos es la Planta de Biogás que el concepto básico es tratar el abono y los residuos biológicos industriales de una manera que por medio de un proceso de digestión se desarrolla un fertilizante compatible con el medio ambiente que está listo para ser usado sobre la superficie agrícola.

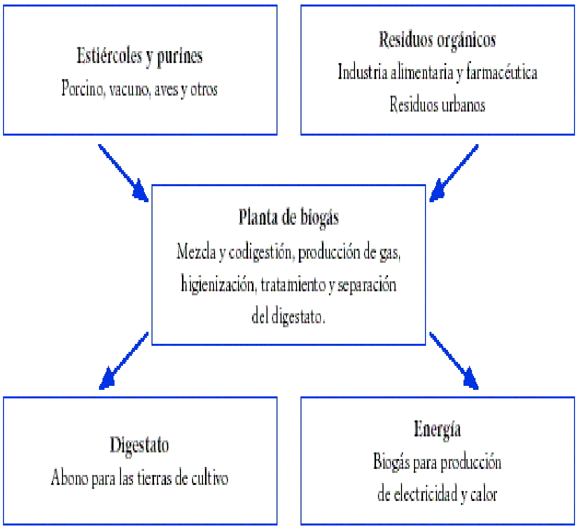


Gráfico 2: Funcionamiento de un biodigestor

Una planta de biogás:

- Es técnicamente fiable.
- Se encuentra en constante desarrollo mediante proyectos.

El concepto de la planta de biogás incluye además:

- Higienización total.
- Tratamiento del aire de ventilación para eliminar olores de tanques.
- Operación completamente automática de la planta entera.
- Concepto total simplificado que asegura bajos costes de operación y mantenimiento.

5.1 Criterios para considerar en el diseño de un Biodigestor

Los siguientes son los aspectos a tener en cuenta en el diseño, planificación y construcción de un biodigestor:

FACTORES HUMANOS

- Idiosincrasia
- Necesidad, la cual puede ser sanitaria, energía y de fertilizantes.
- Recursos disponibles de tipo económicos, materiales de construcción, mano de obra, utilización del producto, área disponible.
- Disponibilidad de materia prima, si se cuentan con desechos agrícolas, desechos pecuarios, desechos domésticos, desechos urbanos, desechos industriales.

FACTORES BIOLÓGICOS

- Enfermedades y plagas tanto humanas como pecuarias y agrícolas

FACTORES FÍSICOS

- Localización, la ubicación si es en zona urbana, rural o semi-urbana y la geografía aspectos como la latitud, longitud y altitud.
- Climáticos dentro de estos aspectos están las temperaturas máximas y mínimas, la precipitación pluvial, la humedad ambiental, la intensidad solar, los vientos su intensidad y dirección.
- Vías de acceso.
- Topografía, teniendo en cuenta el declive del suelo: si es plano, ondulado, o quebrado.
- Suelos con sus características como la textura, estructura, nivel freático y capacidad agrológica.

FACTORES DE CONSTRUCCIÓN

- Técnicas de construcción si es de tierra compactada, cal y canto o ladrillo (barro cocido, suelo-cemento, silicio-calcáreo), planchas prefabricadas, ferrocemento, concreto, módulos prefabricados.

FACTORES UTILITARIOS

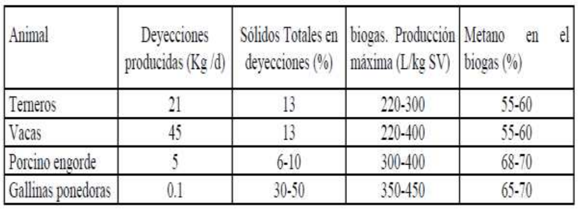
- Función principal, si se construye de manera experimental, demostrativa o productiva.
- Usos, si el uso es de tipo sanitario, energético, fertilizante, integral.
- Organizativo si el biodigestor se va a construir a escala doméstica, para grupo familiar, comunitario o empresas.
- Capacidad, si es pequeño de 3 a 12 m^3 / digestor; si es mediano de 12 a 45 m^3 digestor y si es grande de 45 a 100 m^3 / digestor.
- Operación de la instalación contemplando aspectos como el funcionamiento del pre tratamiento, la mezcla, la carga, y controles de PH, obstrucciones de líquidos, sólidos y gases: las descargas de efluentes tanto liquidas como gaseosas y de lodos; el almacenamiento de los líquidos, sólidos y gases; la aplicación de líquidos por bombeo, por tanques regadores o arrastre por riego; los sólidos que están disueltos en el agua y los sólidos en masa y por último los gases utilizados para la cocción, iluminación e indirectamente en los motores.

Con el objetivo de disminuir el tamaño de los digestores se han utilizado los productos orgánicos que brindan mayor cantidad de biogás por unidad de volumen; algunos de ellos son: la excreta animal, la cachaza de la caña de azúcar, los residuales de mataderos, destilerías y fábricas de levadura, la pulpa y la cáscara del café, así como la materia seca vegetal.

6. Carga orgánica para el funcionamiento del biodigestor: Producción Unitaria Del Metano

El volumen de biogás que se puede producir es función de las características de las especies de animales y de las calidades y cantidades de estiércol. Cabe señalar que el tratamiento que se le dé a las excretas es factor principal en cuanto a la cantidad de biogás producido. Los índices de producción de biogás en función de peso de excretas secas varía de 0.33 a 0.7 m3 por kilogramo de excreta seca.

Tabla No. 2: Porcentaje de metano en el biogás según el animal productor de las deyecciones.



Animal	Deyecciones producidas (Kg /d)	Sólidos Totales en deyecciones (%)	biogas. Producción máxima (L/kg SV)	Metano en el biogas (%)
Terneros	21	13	220-300	55-60
Vacas	45	13	220-400	55-60
Porcino engorde	5	6-10	300-400	68-70
Gallinas ponedoras	0.1	30-50	350-450	65-70

Valores orientativos de producción de Biogás según el animal productor de las Deyecciones (Hobson, 1990).

A partir de los datos de la tabla, un cerdo de engorde produciría unos 98 litros de Biogás/día =19.6 litros de Biogás/kg de purín, se estima que para que una planta de producción de Biogás empiece a ser rentable la producción ha de ser superior a 30 m3 de Biogás/tm de residuo tratado. El nivel mínimo de producción es difícil de conseguir con los residuos ganaderos, es por eso que con la mezcla de material orgánica la producción de metano aumenta en gran consideración.

6.1 Aplicaciones en Agronegocios

En la actualidad la necesidad de resolver problemas ambientales relacionados con la reducción de olores y vectores de transmisión de enfermedades que conlleva este aprovechamiento.

6.2 Instalaciones que manejan Animales

Se identificaron dos tipos de instalaciones que manejan animales: establos lecheros, granjas porcinas.

6.3 Establos Lecheros

De acuerdo con las fuentes de información más recientes, las existencias de vientres bovinos para la producción de leche ascendía a poco más de 1.9 millones cabezas, distribuidas en 297 mil unidades de producción.

6.4 Granjas Porcinas

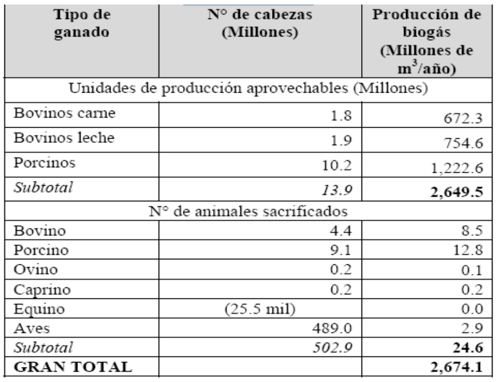
En el caso de la porcicultura, y en función de su caracterización por su nivel tecnológico, existen básicamente tres sistemas: tecnificado, semitecnificado y de traspatio, cuya participación dentro de la producción nacional es de 58%, 12%, 30% respectivamente. Las excretas aprovechables deben provenir de los sistemas tecnificado y semitecnificado, lo que equivale a 10.2 millones de cabezas.

Uno de los grandes problemas que enfrentan las granjas porcinas tecnificadas y semitecnificadas es el relacionado con la contaminación de los cuerpos de agua, por lo que requerirán de sistemas de tratamiento de desechos que atiendan el cumplimiento de la normatividad sobre aguas residuales; y la opción más viable, que además les dará beneficios en la instalación de biodigestores. Por tanto, las 1,500 granjas porcinas ya mencionadas demandan realmente este tipo de sistemas.

6.5 Producción de Biogás Aprovechable

Por cada m3 de digestor produce 0,50 m3 de biogás por día. El consumo diario de una familia tipo (cuatro personas) es de 3 a 4 m3 por día

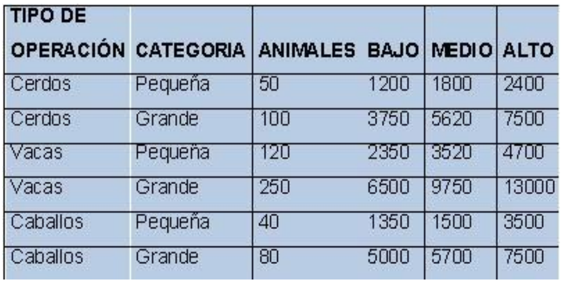
Tabla No. 3: Producción potencial de biogás aprovechable energéticamente**.**



Tipo de ganado	N° de cabezas (Millones)	Producción de biogás (Millones de m^3/año)
Unidades de producción aprovechables (Millones)		
Bovinos carne	1.8	672.3
Bovinos leche	1.9	754.6
Porcinos	10.2	1,222.6
Subtotal	*13.9*	**2,649.5**
N° de animales sacrificados		
Bovino	4.4	8.5
Porcino	9.1	12.8
Ovino	0.2	0.1
Caprino	0.2	0.2
Equino	(25.5 mil)	0.0
Aves	489.0	2.9
Subtotal	*502.9*	**24.6**
GRAN TOTAL		**2,674.1**

Digestores: El precio de digestores varía significativamente y depende de tipo de animal, de su tamaño y de su número, además de la capacidad de producción de cultivos y sembríos. De acuerdo con experiencias internacionales, éstos varían de 120 a 7.500 miles de dólares americanos.

Tabla No.4 y 5.- Costos estimado de digestor de acuerdo con el tipo de operación (miles de $)



TIPO DE OPERACIÓN	CATEGORIA	ANIMALES	BAJO	MEDIO	ALTO
Cerdos	Pequeña	50	1200	1800	2400
Cerdos	Grande	100	3750	5620	7500
Vacas	Pequeña	120	2350	3520	4700
Vacas	Grande	250	6500	9750	13000
Caballos	Pequeña	40	1350	1500	3500
Caballos	Grande	80	5000	5700	7500

TIPOOPERACIÓN	CATEGORIA	PRODUCCION CULTIVOS (hectáreas)	BAJO	MEDIO	ALTO
Sembrío arroz	Pequeña	18	120	230	540
Sembrío arroz	Grande	150	375	590	750
Caña de azúcar	Pequeña	88	260	360	870
Caña de azúcar	Grande	188	660	985	1000
Banano	Pequeña	150	250	480	350
Banano	Grande	450	400	590	960

Fuente: Resumen Ejecutivo del Estudio de Mercado de las Fuentes de Energía Renovable en el Sector Agropecuario, preparado por la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) para el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

Para el dimensionamiento del digestor se partió de la cantidad de gas que se quiere lograr del digestor diariamente. Con este dato se dimensiona el digestor para una determinada temperatura de funcionamiento, calculándose la cantidad de material a introducir por día y verificando con posterioridad si alcanza la biomasa disponible. Para el diseño de la planta de biogás se deben tener en cuenta algunas consideraciones desde el punto de vista tecnológico constructivo, para garantizar la menor inversión de recursos materiales por parte de los beneficiarios.

7. Bioenergy como empresa

7.1 Misión

Construir y proveer Biodigestores principalmente a las industrias agrícolas y así fomentar el uso de la materia orgánica y generar Gas Metano para obtener energía calórica en forma alternativa y económica; además de producir biofertilizante para el enriquecimiento de los campos.

7.2 Visión

Ser una institución pionera en Ecuador en la construcción de modelos de Biodigestores para contribuir al desarrollo sostenible a nivel nacional.

7.3 Objetivos

- Determinar el mercado objetivo.
- Conocer la capacidad de producción agrícola en la Provincia del Guayas.
- Dar a conocer el diseño y funcionamiento de fermentadores anaerobios para la producción de biogás como fuente de energía alterna.
- Conocer el comportamiento histórico del mercado objetivo respecto al uso del suelo y el material orgánico desechable.
- Conocer la capacidad adquisitiva de nuestro mercado objetivo, y la capacidad del mismo de adquirir el producto que ponemos a su disposición.

7.4 Objetivos de satisfacción al consumidor

a. Minimizar la contaminación ambiental generada en granjas y fincas a través de la implementación de prácticas de utilización del biogás.
b. Diseñar e instalar fermentadores anaerobios para la producción de biogás como fuente de energía alterna.
c. Capacitar a productores o granjeros y técnicos en el uso, operación y mantenimiento de las unidades biodigestores y manejo de los abonos.
d. Reducir los impactos ambientales.
e. Proporcionar un modelo de manejo de residuos sólidos (animales y vegetales) en planta procesadoras donde se producirá gas de forma natural para su posterior uso para la generación de energía.
f. Proporcionar un mecanismo de desarrollo limpio que obtenga beneficios de materia que no es aprovechada y que al no ser correctamente eliminada contribuye a la contaminación del ambiente

7.5 Estructura Competitiva

8. Conclusiones y recomendaciones generales

Se destaca que los biodigestores son tecnologías sustentables que se pueden aplicar en sistemas ganaderos, favoreciendo el cuidado ambiental y mejorando la economía de este sector productivo.

Los productos obtenidos permiten una mejor calidad de vida para la familia teniendo en cuenta que gracias al biogás obtenido son dueños de una fuente de energía renovable. La misma evita la deforestación de las tierras preservándolas para futuras generaciones.

En cuanto al biofertilizante es un subproducto que comercialmente compite con otros fertilizantes comerciales y puede ser utilizado en huertas y viveros, ya que tiene un alto poder fertilizante y mejorador de la estructura del suelo.

El estado cuenta con distintos instrumentos y organizaciones que se relacionan con pequeños y medianos productores agropecuarios. En la definición de las prioridades de los proyectos y programas estatales se debería poner énfasis en el desarrollo de estas y otras biotecnologías que favorezcan las condiciones de vida, sean económicamente viables y sobre todo ambientalmente adecuadas.

Las medidas de protección ambiental deben orientar la actividad humana, con el propósito de hacer compatibles las estrategias de desarrollo económico y social, con las de preservación ambiental. A pesar de esta tecnología en el mejoramiento de las condiciones sanitarias de la población, la preservación del medio ambiente y la producción del gas, muy poco se conoce de ella en nuestro país. Las condiciones climáticas tropicales favorecen grandemente la implementación de esta tecnología, ya que a una mayor temperatura, se produce una mayor degradación de la materia orgánica.

La familia campesina se podría beneficiar, con esta tecnología tanto como uso doméstico, como fertilizantes para uso agrícola.

9. Agradecimientos

Es sumamente grato, manifestar nuestros sinceros agradecimientos a todas las personas e instituciones, que sin cuya colaboración desinteresada no hubiera sido posible la elaboración este trabajo.

De esta manera, agradecemos inicialmente al MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca), que nos brindó información necesaria para poder realizar nuestra investigación en campo.

Al Econ. Giovanny Bastidas, quien fue guía y siempre estuvo presto a despejar dudas que se originaban producto a la investigación.

10. Referencias Bibliográficas

- Ahring, B.K. (1995). Methanogenesis in thermophilic biogas reactor. Antonie van Leeuwenhoek, vol. 67, pag. 91-102.
- Ahring, B.K., Angelidaki, I., Johansen, K. (1992). Anaerobic treatment of manure together with organic industrial waste. Water Science and Technology, vol. 7, pag. 311-318.
- Angelidaki, I., Ahring, B.K. (1993). Thermophilic anaerobic digestion of livestock waste: the effect of ammonia. Applied Microbiology and Biotechnology. Vol. 38, pag. 560-564.
- Campos, E., Palatsi, J., Flotats, X. (1999). Codigestion of pig slurry and organic wastes from food industry. Proceeding of the II International Symposium on anaerobic digestion of solid waste. Barcelona, Junio 1999. Vol.II, pag., 192-195.
- Flotats, X., Bonmatí, A., Seró, M. (1997). Clasificación de tecnologías de digestión anaerobia. Aplicación en el aprovechamiento energético de residuos ganaderos. Tercer curso d'enginyeria ambiental, UdL, octubre de 1997.
- Hashimoto, A.G. (1986). Ammonia Inhibition of methanogenesis from cattle wastes. Agricultural Wastes. Vol. 17, pag. 241-261.
- Henze, M. (1995). Basic biological processes. Capítulo del libro: Wastewater treatment, biological and chemical processes. Spring-Verlag.
- Hobson, P.N. (1990) The treatment of agricultural wastes. Capítulo del libro: Anaerobic digestion: a waste treatment technology. Ed. Wheatley. Critical reports on applied chemistry. Vol. 31, pag.121
- Mata Alvárez, J. (1997). Digestión anaerobia de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos. 3r curs d'enginyeria ambiental, UdL, octubre de 1997.
- Speece, R. E. (1987). Nutrient Requeriments. Capítulo del libro: Anaerobic digestion of biomass, ed. Chynoweth y Isaacson. Elsevier applied science.
- Tomado de Pilatowsky et. Al 2005. La Utilización de la Energía Termosolar en el Sector Industrial.
Balance Nacional de Energía 2004, México
- Resumen Ejecutivo del Estudio de Mercado de las Fuentes de Energía Renovable en el Sector Agropecuario Preparado por la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) para el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)

11. Links de descarga

http://web.udl.es/usuaris/lea/archivos%20pdf/biogasIPCENA.pdf

http://www.funtener.org/pdfs/Resumen_Estudio_de_Mercado-18-asep-06.pdf

http://www.inec.gov.ec

http://www.guayas.gov.ec

http://www.magap.gov.ec