

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”.
Facultad de Ingeniería
Departamento de Química

**TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

**Título: Principales deficiencias detectadas en la explotación
del digestor y tratamiento de los residuales de salida
de la planta de biogás.
Su factibilidad económica-ambiental
en la empresa Genético Porcino de Cienfuegos.**

Autora: Lisnaicy Santana Acea
Tutor: Dr. C. Jesús Guzmán Chinae.
Consultante: Ing. Orlando Manuel Stable Rodríguez.

Curso: 2013-2014



Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

Declaración de Autoridad:

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Química; autorizando a que el mismo sea utilizado para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total, y además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esa envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico – Técnica

Firma

Firma de Vicedecano

Firma de Tutor

Sistema de Documentación de Proyecto

...Si no podemos hacer nada para cambiar el pasado, hagamos algo en el presente para mejorar el futuro...

Ernesto Che Guevara de la Serna.

Pensamiento

Pensamiento



A mi tutor, Jesús Manuel Chinaa por ser mi guía durante la investigación, por su valiosa contribución y por todo el tiempo dedicado.

A mis amigos y amigas por los innumerables momentos que hemos compartido juntos.

A mis suegros y a Margarita por ser tan especiales conmigo.

A mis compañeros de aula por todos los momentos que compartimos durante los 5 años de la carrera, por la reciprocidad y por todo el tiempo que pasamos juntos.

A mis compañeras de cuarto en la beca por compartir momentos inolvidables, alegrías, tristezas y maravillas siempre juntas.

A mis profesores por contribuir día a día en mi crecimiento profesional.

A mi familia en especial a mi abuelo Pablo Acea por ser tan importante en mi vida a pesar de que ya no esté conmigo físicamente.

A Lierys por quererme tal y como soy, por regalarme los cuatro años más felices de mi vida y por hacerme sonreír día tras día.

A mi amiga Cuqui, por compartir momentos especiales y por sentirse orgullosa de mí.

A mis padres, Madelin y Rafael por ser los mejores papás del mundo, por todavía considerarme una buena hija y sentirse totalmente orgullosos de mí, a ustedes no tengo palabras para agradecerles todo lo que han hecho de mí, los adoro, y los amo con todo mi corazón.

A todos.....

MIL GRACIAS

Agradecimientos



*At mis Padres por ser ejemplo de incondicionalidad
y dedicación durante toda mi vida.*

*At Cuqui por dedicarme todo su tiempo y confiar
tanto en mí.*

*At mis hermanos y amistades por estar siempre
para mí.*

*At Lierys por llenar mi vida de momentos
maravillosos*

At mi abuelo, por ser tan importante en mi vida.

Dedicatoria

Dedicatoria



Resumen



RESUMEN

Durante todos estos años hemos promovido la construcción y desarrollo de digestores de biogás con la mayor calidad posible, siempre asumiendo los datos de la bibliografía existente. Hay pocas referencias bibliográficas de Cuba en cuanto a la evaluación de una correcta explotación de un digestor, también en cuanto a la generación de efluentes de las plantas de biogás.

La democión de los componentes contaminantes no la conocemos con exactitud y los abonos a partir de elementos químicos se utilizan para enriquecer suelos y cultivos con la consiguiente posibilidad de provocar daños a la salud.

Realizamos la caracterización de los productos a partir de los desechos de la excreta porcina, los efluentes de entrada y salida y proponemos una bibliografía consultiva para el diseño eficiente de los digestores.

Evaluamos los residuales, su factibilidad económica dentro de toda la sociedad y su posible afectación al medio ambiente. Así como la utilización de los mismos como biofertilizantes, teniendo en cuenta entre otras cosas las deficiencias que puede presentar el digestor.

El biogás, como las demás fuentes renovables de energías, no ahorra petróleo, sino que lo produce. Le quita a la familia campesina el estigma de pobrecitos que cocinan con leña, con este gas se puede alumbrar y refrigerar, con los residuos de esta producción elaboraremos un buen biofertilizante que nos ayude con el desempeño de los suelos a tratar o a la buena comercialización de este producto.

Palabras claves: digestores, efluentes, residuales, biofertilizantes

Abstract



ABSTRACT

During all these years we have promoted the construction and development of biogas digesters with the highest possible quality, always assuming the data of the literature. There are few references of Cuba regarding the evaluation of proper operation of a digester, also in the generation of effluents from the biogas plant.

The demotion of the polluting components not knows exactly and fertilizers from chemical elements are used to enrich soils and crops with the possibility of causing damage to health.

We perform the characterization of the products from waste from hog manure, effluent and out and offer a consultative literature for the efficient design of the digesters.

We evaluated the residual characteristics, their economic feasibility within the whole society and its possible effect on the environment. And the use thereof as biofertilizers, taking into account inter alia the deficiencies that may pose the digester.

Biogas as other renewable energy sources, not less oil but produces it. Robs the peasant family stigma of poor things to cook with wood, this gas can be light and cool, with the residues of this production will produce a good biofertilizer to help us with the performance of soil to be treated or good marketing this product.

Keywords: digesters, effluent, waste, biofertilizers



Índice

Introducción	10
Capítulo I: Marco teórico referencial	15
1.1 Conceptos básicos sobre plantas de biogás.....	15
1.1.1 Concepto de biogás y su composición química.....	16
1.1.2 El biogás por descomposición anaeróbica.	16
1.1.3 Descripción de tipo de plantas de biogás.	17
1.2 Generación de residuales y su tratamiento.....	18
1.2.1 Generación de residuos orgánicos.	19
1.2.2 Estrategias de tratamiento de los residuales.....	25
1.3 Desarrollo de Energías Renovables en Cuba.....	26
1.4 Factibilidad Ambiental.....	29
1.4.1 Impacto ambiental directo.....	30
1.4.2 Impacto ambiental indirecto.....	31
1.5 Evaluación económica de energía renovable.	32
1.5.1 Concepto de Costo. Costos medioambientales.....	33
1.5.2 Beneficios directo de la Planta de biogás.	35
1.5.3 Beneficios adicionales de la Planta de biogás.....	36
1.6 Eficiencia en la explotación del digestor.	36
1.6.1 Debido a la construcción.....	39
1.6.2 Debido a la explotación.	41

Capítulo II: Diagnóstico del objeto de estudio	43
2.1 Características generales de la UEB Genético Porcino de Cienfuegos.....	43
2.1.1 Objeto social.....	44
2.1.2 Misión y Visión.....	44
2.1.3 Caracterización del entorno.....	44
2.1.4 Estructura organizativa.....	46
2.2 Propuesta metodológica para el estudio del impacto económico-ambiental en la planta de biogás de la UEB Genético Porcino.....	46
2.3 Procedimiento metodológico para el estudio del impacto económico-ambiental, a partir del aprovechamiento de los residuales de los efluentes a la salida de las plantas de biogás.....	54
2.4 Determinación de las principales deficiencias en las plantas de biogás de la Provincia de Cienfuegos.....	57
Capítulo III: Análisis de los resultados	61
3.1 Base del Programa de Producciones Más Limpias.....	61
3.2 Diagnóstico de Producciones Más Limpias.....	68
3.3 Estudio detallado de las operaciones unitarias críticas.....	71
3.4 Evaluación técnica y económica.....	76
3.5 Implementación, seguimiento y evaluación final.....	84
Conclusiones	89
Recomendaciones	91
Referencias bibliográficas	92
Anexos	94



Introducción

El aprovechamiento por el hombre de las fuentes renovable de energía, entre ellas la energía solar, eólica e hidráulica, es muy antiguo; desde muchos siglos antes de nuestra era ya se utilizaban y su empleo continuó durante toda la historia hasta la llegada de la "Revolución Industrial", en la que, debido al bajo precio del petróleo, fueron abandonadas. Durante los últimos años, debido al incremento del coste de los combustibles fósiles y los problemas medioambientales derivados de su explotación, estamos asistiendo a un renacer de las energías renovables.

Las energías renovables son inagotables, limpias y se pueden utilizar de forma auto gestionada (ya que se pueden aprovechar en el mismo lugar en que se producen). Además tienen la ventaja adicional de complementarse entre sí, favoreciendo la integración entre ellas. La implementación a gran escala de la obtención de energía, mediante los desechos de origen animal y vegetal, es uno de los proyectos que desarrolla en la actualidad el Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) para aminorar la explotación de los recursos energéticos no renovables.

Los países de América Latina y el Caribe, Cuba entre ellos, cuenta con abundantes recursos en energías renovables (muchos más que los combustibles fósiles en la mayoría de los países), y con recursos humanos con la capacidad necesaria para desarrollar proyectos de investigación y desarrollo. Ello permitiría la apropiación y aplicación de las tecnologías energéticas renovables requeridas, así como el fortalecimiento de la industria nacional. Ante la situación energética actual, en la que la dependencia de los hidrocarburos y la generación de gases efecto invernadero es lo que predomina, se requiere un cambio de paradigma energético, reevaluando el modelo de desarrollo.

La introducción de las fuentes renovables de energías para la solución de este problema es el factor fundamental.

El biogás, por ejemplo, es una fuente muy modesta, pero puede lograr un impacto considerable a nivel local y llegar a mayores escalas, si se pone empeño. Existen varias vías para el despliegue de este proceso y una de las más empleadas hasta el momento en Cuba



es la recuperación de las excreta de los cerdos, pues en el proceso de su descomposición se genera este tipo de energía renovable, hasta hoy implementada a pequeña escala, pero con resultados alentadores.

Las plantas de biogás aportan valiosas soluciones, desde el saneamiento ambiental hasta la cocción de alimentos y la aportación de bio-abonos, es una fuente de energía moderna, renovable y más barata, mejora las condiciones higiénicas y no daña el medio ambiente, con la posibilidad real de eliminar vectores y amenazas a la salud humana, entre muchos otros beneficios que sólo se obtendrían mediante inversiones dirigidas a cada amenaza específica como alimento animal y biofertilizante.

El biofertilizante obtenido a partir de la tecnología del biogás no ha perdido ninguna de sus cualidades iniciales como abono. En este caso, tiene un alto valor como fertilizante orgánico en el control de plagas y enfermedades, puesto que aumenta el rendimiento de los cultivos de forma sostenibles, algo que no podría atribuírsele a los elementos que componen los fertilizantes químicos.

En el sector agropecuario, la opción del uso del biofertilizante generado por esta tecnología permite responder a una demanda de la sociedad, siendo en todo momento respetuosos del medio ambiente y promoviendo la reducción de posibles fuentes de contaminación.

El desarrollo del biogás en Cuba no se ha detenido, incluso a nivel de pequeñas comunidades se ha popularizado y se trabaja intensamente en la gestión de proyectos nacionales e internacionales que abarcan sectores agrícolas como el porcino, el vacuno y otros.

Situación Problémica:

Dada la insipiente inserción de nuestro país en la creación y explotación de esta nueva alternativa de tratamiento de residuales, no existen muchos estudios sobre la factibilidad económico – ambiental del aprovechamiento de estos mediante el uso de plantas de biogás, ni de las repercusiones medioambientales del uso indebido de los desechos generados por la misma.



Problema de Investigación:

¿Cuál es la factibilidad económica ambiental de los residuales en una correcta explotación de una planta de biogás en la Empresa Genético Porcino de Cienfuegos?

Objetivo General:

Estudiar la mejora de la producción de biogás a partir de una correcta explotación del digestor, evaluando el efluente y su factibilidad económica ambiental.

Objetivos específicos:

1. Analizar el estado de la ciencia respecto a la evaluación de una correcta explotación de un digestor de cúpula fija.
2. Diagnosticar el proceso de evaluación de la explotación del digestor de la planta de biogás de la U.E.B Genético de Porcino de Cienfuegos, sus principales deficiencias y elaborar la propuesta de solución.
3. Proponer el empleo de los residuales de salida de la planta de biogás de la U.E.B Genético de Porcino de Cienfuegos como fertilizante orgánico.
4. Realizar una evaluación de factibilidad económico- ambiental por el uso de planta de biogás en la U.E.B Genético Porcino de Cienfuegos.

Hipótesis de la Investigación:

Con una eficiente explotación de la planta de biogás se logra disminuir la contaminación al medio ambiente; además de la obtención de beneficios agregados a su uso, con el empleo de los residuales como biofertilizantes.

Resultados obtenidos:

Con este trabajo de investigación se logra mayor eficiencia en el digestor de la planta de biogás, mejora la tecnología y se orienta soluciones técnicas. A su vez la utilización de los residuales de salida de la planta de biogás representa una solución como biofertilizantes a la recuperación de los suelos y alcanzar mayores rendimientos agrícolas, en sentido general se logra una factibilidad económica, medioambiental y social.



Diseño Metodológico de la Investigación:

Metodología científica utilizada para la búsqueda bibliográfica básica:

Se aplicaran técnicas documentales de recopilación de la información, tales como: revisión de trabajos vinculados al tema en cuestión, utilizando la INTERNET; y la recopilación de los datos necesarios respecto al histórico de 2 años de la empresa como: Consumo de carbón, leña, condiciones infrahumana de trabajo en la cocina, posible enfermedades por condiciones laborables indeseadas, las averías de la planta y sus mantenimientos, entre otros datos que brindan información.

Se aplicarán además, herramientas para la gestión de los procesos y las técnicas estadísticas como: el manejo de la información (recopilación, registro, procesamiento, representación de datos y encuestas); el diagrama de Pareto de consumo por portadores energéticos del año; el diagrama causa-efecto sobre eficiencia energética; método para la medición de la eficacia del proceso; la matriz para determinar las fortalezas y debilidades de la organización para implementar la inversión; medición de la eficacia del proceso de gestión de energía; el diagrama de dispersión y línea de tendencia del consumo energía y agua; los métodos químicos, análisis de laboratorio; métodos matemáticos (simulación, optimización, modelación matemática, etc.); metodología ambiental y análisis comparativo según las leyes Cubanas.; y los programas estadísticos y matemáticos aplicados. Excel y Statgraphics. Para aplicar las herramientas y las técnicas estadísticas se utilizaron los programas disponibles como el Word, Excel y programa estadístico Statgraphics.

Estructura Capitular:

En el **capítulo 1**, Se hace una revisión bibliográfica general de plantas de biogás en Cuba y en el mundo. Caracterización de plantas de biogás, introducción y objetivos, beneficios agregados a su uso. Desarrollo y perspectivas como energía renovable de bajo costo.

En el **capítulo 2**, Caracterización y diagnóstico de la Empresa objeto de estudio. Propuesta de procedimiento Metodológico para el estudio de la factibilidad económica – ambiental en función del aprovechamiento de residuales de salida en la planta de biogás. La utilización como biofertilizantes. Determinar las principales deficiencias del digester.



En el **capítulo 3**, Demostrar la disminución de la contaminación del medio ambiente con el empleo de la planta de biogás en la Empresa Genético Porcino. Evaluar el aprovechamiento de los residuales a la salida de la planta de biogás y su utilización como biofertilizantes, factibilidad económica-ambiental. Determinación de las principales deficiencias detectadas en la explotación de la planta de biogás y propuestas de solución para alcanzar mayor eficiencia.

Conclusiones generales y las **Recomendaciones** resultantes de la investigación realizada, cuyos principales resultados lo constituyen el informe diagnóstico de la organización tomada como caso de estudio y la metodología propuesta por el autor para implementar el proceso de Producciones Más Limpias en la referida entidad.

Al final se registra la **Bibliografía basada en el estilo Zotero** y un grupo de **Anexos** que complementan los resultados expuestos.



Capítulo I: Marco teórico referencial

1.1 Conceptos básicos sobre plantas de biogás.

La instalación destinada a la producción y captación del biogás recibe el nombre de planta de biogás. Existen múltiples diseños y formas, en función de su tamaño, materia prima (residual) que se emplea, materiales de construcción con que se construye, etc. Su variedad es tal que los modelos existentes se adaptan prácticamente a todas las necesidades y variantes que se deseen, en cuanto a volumen, materiales empleados y residuales orgánicos que se deben tratar.

Por lo general se puede obtener biogás a partir de cualquier material orgánico. Comúnmente se emplean las excretas de cualquier índole, la cachaza, los desechos de destilerías, los componentes orgánicos de los desechos sólidos municipales, los residuos orgánicos de mataderos, el lodo de las plantas de tratamiento residuales, los residuales agropecuarios, los desechos orgánicos de las industrias de producción de alimentos, etc. Todos los materiales orgánicos que pueden ser empleados están compuestos, en su mayor parte, por carbono (C) y nitrógeno (N). La relación entre ambos tiene gran influencia sobre la producción de biogás.

Una planta de biogás, consiste básicamente de un tanque o pozo llamado digestor donde ocurre la fermentación y un contenedor hermético que tiene como función almacenar biogás producido; las dos partes pueden estar juntas o separadas y el tanque de almacenamiento puede ser rígido o flotante. La carga y descarga del sistema puede ser por gravedad o por bombeo.

El procesamiento de desechos orgánicos permite generar biogás y como residuo del proceso se tiene un excelente abono orgánico que lleva el nombre de bioabono. En China se encuentran operando actualmente más de 8 millones de digestores y cerca de 80,000 en la India, los mismos que suplen de biogás y bioabono al mismo número de familias.



1.1.1 Concepto de biogás y su composición química.

El biogás es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano y el bióxido de carbono, el cual se produce como 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.

Aunque la composición del biogás varía de acuerdo a la biomasa utilizada, su composición aproximada se presenta a continuación (Werner 1989) (Ver anexo A):

- ✓ Metano, CH₄ 54 - 70% volumen
- ✓ Dióxido de carbono, CO₂ 27 – 45%
- ✓ Hidrógeno, H₂ 1 - 10%
- ✓ Nitrógeno, N₂ 0.5 – 3%
- ✓ Acido Sulfhídrico, H₂S 0.1%

1.1.2 El biogás por descomposición anaeróbica.

La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables, ya que produce un combustible de valor, además de generar un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico.

El resultado es una mezcla constituida por metano (CH₄) en una proporción que oscila entre un 40% y un 70%, y dióxido de carbono (CO₂), conteniendo pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno (H₂), nitrógeno (N₂), oxígeno (O₂) y sulfuro de hidrógeno (H₂S). El biogás tiene como promedio un poder calorífico entre 18,8 y 23,4 mega julios por m³.



Este gas se puede utilizar para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas, en hornos, estufas, secadores, calderas u otros sistemas de combustión a gas, debidamente adaptados para tal efecto.

Aunque la digestión anaerobia es un proceso ampliamente conocido en la práctica, se posee en la actualidad una información muy limitada sobre su química y su microbiología. Sin embargo, se puede afirmar en líneas generales que la digestión anaerobia se desarrolla en tres etapas: (hidrólisis, fase ácida y fase hidrogenada) durante las cuáles la biomasa se descompone en moléculas más pequeñas para dar biogás como producto final, por la acción de diferentes tipos de bacterias.

Se describe como el proceso biológico microbiano que degrada la materia orgánica y la transforma en un sustrato con propiedades fertilizantes y el biogás. Se detallan los parámetros ambientales de control y como estos afectan al proceso. Se detallan los parámetros de control, para poder determinar el buen funcionamiento del proceso.

1.1.3 Descripción de tipo de plantas de biogás.

En general, las plantas de biogás simples que se conocen pueden ser divididas en tres tipos. El diseño y dimensionamiento de un biodigestor depende, en lo fundamental, de los factores siguientes:

- ✓ Tipo y composición del material orgánico que se debe emplear para la biodigestión.
- ✓ Demanda de biogás y de biofertilizante.
- ✓ Materiales de construcción que se deben emplear.
- ✓ Tecnologías constructivas apropiadas.
- ✓ Facilidad de explotación y mantenimiento.
- ✓ Posibilidad económica del usuario.

Estos seis factores pueden ser resumidos en dos:

- ✓ Factibilidad de la inversión (necesidad y condiciones creadas).



- ✓ Características y situación económica del usuario.

Las plantas de tecnología simple, según el régimen de carga o llenado, se clasifican en dos tipos fundamentales: de flujo continuo, mayormente empleadas para la obtención de volúmenes considerables de gas; y las de flujo discontinuo o Batch, para pequeñas producciones de biogás.

La gran ventaja de las primeras es que las bacterias metanogénicas reciben un suministro estable del material orgánico, por lo que producen biogás de manera más uniforme.

Las plantas de tecnología simple más empleadas, y de flujo continuo, pueden agruparse en dos tipos ampliamente desarrollados en la práctica:

- ✓ Planta de cúpula móvil, en la cual el gasómetro (compuesto generalmente por planchas metálicas) flota sobre el material orgánico en fermentación.
- ✓ Planta de cúpula fija, en la que el gas se almacena en la parte superior debido al desplazamiento gaseoso.

1.2 Generación de residuales y su tratamiento.

La sociedad actual genera una gran cantidad de residuos que afectan a los distintos vectores ambientales: aire, agua y suelo. Esta contaminación afecta también la salud de las personas, que contraen enfermedades por acumulación de bacterias, insectos o pequeños roedores. La correcta gestión de los residuos y las aguas servidas, asegurando su posterior tratamiento, es una de las claves para conseguir un ambiente sano y salubre.

La digestión anaerobia es un proceso de degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Este proceso lo llevan a cabo microorganismos anaerobios (siendo por tanto un proceso biológico) que actúan en el interior de un biodigestor. Este biodigestor o reactor es una cámara hermética al aire, en la que se dispone la materia orgánica sin oxígeno para que



pueda llevarse a cabo la fermentación. La digestión anaerobia se presenta entonces como una posibilidad de tratamiento de residuos orgánicos.

Los residuos que podremos digerir son variados: excretas de animales, residuos de vegetales y plantas, residuos o aguas residuales agroindustriales. Aunque la mayoría de sustratos orgánicos serán adecuados, la madera o los residuos leñosos son desaconsejables.

A partir de la degradación de la materia orgánica se obtienen tres productos básicos: un fertilizante orgánico líquido, un fertilizante orgánico lodoso (del vaciado por mantenimiento de la planta) y el biogás.

1.2.1 Generación de residuos orgánicos.

Existen distintos tipos de residuos orgánicos que podremos tratar, algunos de los cuales se detallan en los siguientes subapartados. La mezcla de los diferentes residuos será muy común, bien porque son generados por los usuarios y todos deben tratarse o bien porque las características del sustrato no son buenas (humedad, ratio C/N...).

En el caso de disponer residuos de origen animal y vegetal, si la cantidad de sólidos totales no excede del 10%, los reactores simples de digestión anaerobia pueden trabajar sin problemas con una mezcla de estiércol animal y restos vegetales (paja, forraje). Los restos vegetales deberán ser triturados antes de introducirlos en el reactor.

En cuanto a la composición del sustrato, el ratio C/N de excrementos de animales y humanos es favorable para la fermentación anaerobia (encontrándose entre el 9:1 y el 25:1), mientras que los vegetales tienen un mayor contenido carbonoso.

En muchos casos se mezclarán distintos tipos de sustratos para optimizar la producción de gas y la estabilización del proceso de fermentación.



Excretas de animales.

El **estiércol de los rumiantes**, particularmente vacuno, es muy útil para iniciar el proceso de fermentación, puesto que este tiene un contenido elevado de bacterias metanogénicas. Por el contrario, la producción de gas será menor que la obtenida por otro tipo de sustratos por dos factores: en primer lugar, los vacunos extraen mayor parte de nutrientes del forraje y dejan complejos lignosos del forraje más fibroso, que son muy resistentes a la degradación anaerobia, y en segundo lugar, porque realizan una digestión anaerobia parcial y reducen así el potencial de producción de la biomasa. La orina, que contiene menos nutrientes, contribuye poco a la producción específica de gas, pero incrementan notablemente las propiedades fertilizantes del biol, a la vez que diluye el sustrato, ahorrando agua. La carga del digestor será más fácil si disponemos de un establo con suelo pavimentado que recoja ambas cosas, estiércol y orina.

La mayor parte de biodigestores simples se alimentan con excretas (estiércol y orina), puesto que estos residuos fermentan bien y producen una buena cantidad de biogás. La cantidad y la composición de las excretas dependen de:

- ✓ La cantidad de forraje ingerido y su digestibilidad; de media un 40-80% del contenido orgánico de éste se recoge en las excretas (los ganados por ejemplo excretan aproximadamente un tercio de las fibras del forraje)
- ✓ La calidad del forraje usado y del peso medio de los animales.

Es difícil dar valores medios de producción de excretas, puesto que existe una gran variación. En el caso del ganado, por ejemplo, la media puede ir desde 8 a 40 kg por cabeza de animal y día, dependiendo de la intensidad de crianza.

La producción media de excretas deberá ser medida y calculada previamente en base a la masa de los animales, puesto que existe una buena correlación entre estos dos factores.



Se muestra en la **tabla 2**(Ver Anexo B) las cantidades medias de excretas, para animales que están todo el día en el establo y el establo está diseñado para recoger orina y estiércol.

Se muestran también las características de digestibilidad de los residuos de cría de animales en la **tabla 4** (Ver Anexo D) del siguiente apartado.

Una aplicación ampliamente desarrollada de la digestión anaerobia es la que usa excretas porcinas.

Éstas son una mezcla compleja que puede ser considerada como un fango líquido con una concentración media en materia seca en el entorno del 6%, con una DQO de alrededor de 75.000 mg/l y una DB05 de aproximadamente 26.000 mg/l.

En la excreta porcina se encuentran también, en cantidades apreciables, elementos fertilizantes en proporciones que oscilan alrededor de los siguientes valores, al cabo de unos tres días de ser producidos:

- ✓ Nitrógeno total 0,68%
- ✓ Nitrógeno orgánico 0,15%
- ✓ Nitrógeno amoniacal 0,53%
- ✓ Fósforo 1,40 g/m³
- ✓ Potasio 6,12 g/m³

Las deyecciones ganaderas pueden aplicarse directamente a los terrenos agrícolas como fertilizante, siendo esta simbiosis entre ganadería y agricultura beneficiosa para ambos y para el medioambiente.

La aplicación al suelo ha sido y será la forma más beneficiosa de gestión de las producciones de excreta porcina, por sus características físico-químicas en virtud de los nutrientes, incluida la materia orgánica de la que nuestro suelo es en general deficitario.



Superados los límites de tolerancia del suelo local cabría el transporte a zonas alejadas de los lugares de producción, lo cual, considerando que la excreta porcina tiene un alto contenido en agua (95%) tiene una vertiente económica difícil de soslayar. Esta aplicación deberá contemplar las medidas sanitarias correspondientes para evitar las posibles afecciones a la salud de los campesinos.

En este sentido un tratamiento que estabilice y neutralice en la medida de lo posible los componentes orgánicos y nutricionales del excreta porcina y que reduzca su volumen, facilitaría sin duda el transporte y aplicación a distancia del lugar de producción, evitándose la sobresaturación de los terrenos colindantes, como pasaría con la digestión anaerobia.

Aún así, si se desea aprovechar el potencial energético de las excretas porcinas mediante un digestor anaerobio, esto podrá hacerse, considerando las siguientes observaciones.

- En establos sin pavimentar se recogerá únicamente la parte sólida de la excreta, y deberá instalarse de una cámara de pre-mezcla donde se mezclen la excreta y agua. La función será doble, de homogeneizador y de desarenador.

Esta mezcla deberá ser mecánica o cerrada, puesto que manual es repulsivo y no se aconseja.

- En establos de suelos pavimentados se recolectará de forma conjunta la orina y la excreta. Siempre que la topografía lo permita, la circulación de la mezcla e introducción al digestor se hará por gravedad. El agua de limpieza se minimizará, para no aumentar el volumen del digestor. Normalmente se colectará el estiércol en vasijas. En estos casos deberá de instalarse una trampa de arena, para evitar que esta entre en el digestor.



Residuos vegetales: arroz.

En algunas zonas, la intensificación de la actividad agrícola genera una gran cantidad de residuos leñosos, paja, etc. como consecuencia de la actividad estacional o cíclica de estos cultivos. Los residuos de la cosecha (paja, tallos de choclo, hojas, etc.) se usan como forraje o son procesados en otros productos.

Estos residuos pueden tratarse mediante la biometanización, pero solo aquellos que no se usen para otros fines o compostar, serán susceptibles a ser tratados. Se trata de residuos poco biodegradables debido a su gran contenido en lignina.

Los sólidos totales y volátiles de algunos de ellos se presentan en la tabla 3. (Ver anexo C)

La mayoría de los vegetales son adecuados para la fermentación anaerobia. La producción de gas es elevada incluso mayor que la de vacuno (véase tabla 4.).

Las partes leñosas y la celulosa resisten la degradación anaerobia, por lo que deben ser evitadas. Así mismo, la poca capacidad de tiraje hidráulico de estos elementos y su tendencia a formar una capa de espuma hace que sólo se puedan usar en plantas tipo batch. A la práctica, estas plantas son poco usadas por la necesidad de carga y descarga intermitente. (Ver anexo D)

En una planta continua de tamaño familiar, los residuos de cosecha se deben usar conjuntamente con los excrementos de los animales, aunque deberán someterse a un pre-tratamiento. Cualquier material fibroso, como la paja se deberá trocear a un tamaño de 2 a 6 cm, y aún así esto no evitará completamente la formación de espuma.

Para el caso concreto del arroz, se sabe que este tiene un contenido muy alto de silicio (13,1%) que por ser inorgánico no se degrada por el tratamiento orgánico y se acumula en el digestor, pudiendo llegar a crear problemas de colapso.



La lignina, que es un componente estructural de los vegetales, y constituye cerca del 30% de la madera. La biodegradabilidad de la lignocelulosa es muy baja, pero se puede incrementar mediante procesos físicos y químicos, aunque estos aumentan también el coste de operación de las plantas.

Se han realizado estudios concretos para la digestión de los residuos del cultivo del arroz. Estos presentan un ratio C/N de 75, con lo que inicialmente se precisa de una fuente de aportación de nutrientes, como podrían ser residuos orgánicos o estiércol de animales que son una fuente muy remarcable de nitrógeno. Una vez introducido, si este falta se puede recircular dentro del mismo digestor. El pre tratamiento que se precisaría para poder digerir el sustrato puede ser químico, reducción del tamaño o tratamiento térmico. Como conclusión del estudio se obtiene que sea factible el tratamiento de la digestión anaerobia de los residuos del arroz, obteniendo una fuente de energía renovable, a la vez que se solventa el problema de la disposición de estos.

Con un tiempo de retención de 24 días, se obtuvo un rendimiento de biogás de 0,38 m³/kg SV alimentados. Si se pre trataba el sustrato mediante una trituración hasta 10 mm, un tratamiento térmico a 110°C y un tratamiento químico con amonio, se llegaban a alcanzar niveles de 0,471 m³/kg SV entrados. Se concluye que el tratamiento físico no tiene una gran influencia a menos que se combine con otros. Por último, el 75-80% de la producción de biogás se obtenía en los 14 primeros días, por lo que se puede optar por reducir el volumen del digestor. La composición de metano en todos los casos era del 50%.

La alternativa de tratamiento de este tipo de residuos, sobretodo en el caso del arroz, es no hacer ningún tratamiento, es decir, los restos vegetales se dejan acumulados en los campos de cultivo. La parte que se degrada aeróbicamente no constituye ningún problema a nivel ambiental, pero normalmente los residuos acumulados se degradan mediante procesos anaerobios no controlados, por lo que se emiten al ambiente gases de efecto invernadero. El metano es un gas de efecto invernadero con una incidencia 24,5 veces mayor que el dióxido de carbono, por lo que el impacto ambiental será mucho mayor.



A parte de los problemas ambientales, se trata también de un problema de desaprovechamiento de recursos, puesto que la materia orgánica puede proporcionar abono y energía.

El problema de la no degradabilidad de estos residuos puede solucionarse mediante la mezcla con residuos orgánicos de otras fuentes.

1.2.2 Estrategias de tratamiento de los residuales.

Un tratamiento es una combinación de procesos unitarios cuyo objetivo es la modificación de las características del residuo para su adecuación a la demanda como producto de calidad (Teira et al., 1999). Esta adecuación puede ser para equilibrar oferta y demanda en el tiempo, para mejorar el transporte y aplicación o para mejorar la composición.

La idoneidad de un proceso de tratamiento dependerá de cada zona geográfica, de las necesidades que hayan puesto de manifiesto los estudios preliminares del plan de gestión, de la calidad del producto final obtenido y de los costes económicos asociados. En todo caso, el objetivo básico que se debe perseguir es el de aumentar la capacidad de gestión sobre el residuo. Los objetivos particulares pueden ser (Flotatset al., 2000):

- ✓ Adecuar la producción de residuos a las necesidades estacionales de los cultivos.
- ✓ Transportarlo fuera de la zona de aplicación del plan de gestión.
- ✓ Valorar económicamente el residuo.
- ✓ Adecuar la composición a los requerimientos del entorno (de suelos, de cultivos, de mínimo impacto ambiental - malos olores)
- ✓ Extraer y recuperar nutrientes valorizables (nitrógeno, fósforo,...)
- ✓ Higienizar –reducir o eliminar patógenos.

En el planteamiento del proceso de tratamiento, y de los objetivos a cumplir, es muy importante la calidad y variabilidad del producto a tratar. Para purines, su composición varía según la dieta alimentaria, el estado fisiológico de los animales, la edad del purín, y



las prácticas de manejo y limpieza de cada granja. La práctica usual, en granjas de engorde por ejemplo, es vaciar los fosos una vez acabado el ciclo, con lo cual se obtienen purines envejecidos, con elevada relación de alcalinidad, materia orgánica hidrolizada y elevada concentración de ácidos grasos volátiles.

Para evitar problemas de emisiones atmosféricas de compuestos orgánicos, que constituyen junto al amoníaco, los principales causantes de males olores, caben dos estrategias:

- ✓ Transformar parte de los materiales disueltos (orgánicos y minerales) a formas en suspensión (biomasa), mediante el proceso aeróbico heterótrofo, con el consecuente consumo de energía, para la obtención de un compuesto final de tipo orgánico.
- ✓ Transformar parte de los materiales orgánicos a formas gaseosas combustibles (biogás), mediante el proceso anaerobio heterótrofo, para la obtención de un compuesto final de tipo mineral. Necesariamente contendrá una parte de materia orgánica, aunque sea mínima, y su calidad dependerá de los parámetros de control del proceso anaerobio.
- ✓ El producto final, para que tenga valor como producto fertilizante, deberá cumplir los siguientes requisitos: producto estable, con mínima concentración de materia orgánica fácilmente degradable; mínimo volumen con máxima concentración de nutrientes; relación N:P:K adecuada; mínima concentración de metales pesados y tóxicos; higienizado, con nula concentración de patógenos, semillas de malas hierbas, larvas o huevos de insectos, etc.; olor agradable, o en todo caso que no recuerde su origen; composición estable, con mínimas variaciones temporales.

1.3 Desarrollo de Energías Renovables en Cuba.

Cuba como país subdesarrollado, ha empezado a transformar su economía con el objetivo de disminuir los consumos excesivos de petróleo, buscando energías alternativas, que sustituyan la dependencia económica que tiene sobre el petróleo y disminuya a la vez, la carga contaminante que genera la producción de electricidad a partir de esa fuente de energía.



En ese sentido se han encaminado un grupo de proyectos referidos a la posibilidad de utilizar la energía alternativa, principalmente la eólica y la de energía solar mediante paneles de celdas fotovoltaicas que la convierten en electricidad.

La energía eólica es la fuente de energía renovable que mayor auge ha tenido en el mundo en los últimos años. Su costo de instalación es ya competitivo respecto a las fuentes tradicionales de energía.

En Cuba, como línea estratégica para el desarrollo de esta fuente de energía, se someterán a prueba diversas tecnologías, incluyendo aquellas diseñadas para soportar los fuertes huracanes que azotan al país. Se han identificado ya como potencial eólico el extremo occidental de Pinar del Río, la Isla de la Juventud, la costa norte de las provincias de Holguín hasta Villa Clara y el noroeste de la región oriental de Cuba.

Desde 1999 en Cuba funciona el primer y único Parque Eólico Nacional, en la Isla de Turiguanó, Ciego de Ávila, una comunidad conocida anteriormente por su desarrollo agropecuario y en especial por el fomento del ganado Santa Gertrudis. En seis años que lleva funcionando el parque de Turiguanó se ahorraron más de 500 toneladas de petróleo, mientras dos mil 250 personas se benefician con la electricidad generada de esta manera limpia.

Por otra parte, la radiación solar es la principal fuente primaria de energía, es prácticamente no contaminante, está distribuida territorialmente y su disponibilidad potencial es muy superior a las necesidades del hombre. Por lo tanto, **la energía fotovoltaica** es una de las fuentes alternativas que Cuba viene desarrollando, la misma es una opción de energización rural promovida principalmente en lugares alejados de las redes del Sistema Electro energético Nacional, con lo cual se aprovecha el alto nivel de radiación solar en el país.

Según la empresa ECOSOL, en cada metro cuadrado del territorio cubano se recibe diariamente una cantidad de energía solar equivalente a medio kilogramo de petróleo combustible o 5 KW-h de energía eléctrica, lo que significa un ahorro significativo para el país y una prueba fehaciente de la sustentabilidad de esta fuente energética.



Se estima que entre el 20 y 25% de las necesidades energéticas en Cuba se cubren con fuentes renovables.

Otra de las alternativas que ha encontrado el país es el uso de **la energía nuclear** como una fuente de balance energético. El uso de la misma en Cuba se remonta a la década del 40 con la introducción de equipos de terapia con rayos X pero entonces no existían regulaciones para controlar el uso de las fuentes radiactivas, ni la protección del personal ocupacionalmente expuesto.

En la actualidad Cuba cuenta con un potencial técnico altamente calificado, una adecuada infraestructura regulatoria y las condiciones de seguridad necesarias para utilizar la tecnología nuclear.

La **caña de azúcar** es una fuente de energía renovable que ha venido cubriendo fundamentalmente con el bagazo un 30% de la demanda energética del país. En su procesamiento se obtienen residuos susceptibles de ser empleados como energéticos: los llamados residuos agrícolas cañeros (RAC). Estos residuos constituyen un potencial aprovechable para la recuperación de la energía (biogás). Según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Cuba está entre los países latinoamericanos de mayor potencial bio-energético aprovechable de residuales agropecuarios.

La **energía hidráulica**, por su aporte energético, estabilidad, autonomía, ventajas operacionales y dispersión territorial, es una de las fuentes renovables de energía de importancia en Cuba. El potencial hidro-energético estimado es de unos 350 MW, con una generación anual de unos 700 GW-h, que equivalen, teniendo en cuenta su efecto económico en el sistema, aproximadamente a 300 mil toneladas de combustible convencional que se dejarían de utilizar en la generación termoeléctrica.

La energía hidráulica ya permite dar soluciones energéticas en zonas rurales, principalmente en las montañas. Se prevé el aprovechamiento de un potencial de unos 25 MW en algo más de 400 localidades con mini y microcentrales, de las cuales hay unas 180



construidas, brindando servicio eléctrico a más de 30 000 usuarios de unos 230 asentamientos rurales y otros objetivos económicos y sociales.

Más que el conocimiento de las tecnologías disponibles, es necesario un cambio en la mentalidad de las personas. Es importante que seamos capaces de asumir las fuentes de energía renovables como la mejor opción posible frente a la situación energética actual.

1.4 Factibilidad Ambiental.

La factibilidad o viabilidad es aplicable a los proyectos o a los modelos de desarrollo que se quieran implementar en una región o zona específica. Entre los factores a considerar están las características culturales, sociales, políticas, legales, históricas, territoriales y medio ambientales de la zona, y las restricciones que estas características traen consigo. Cualquier proyecto o modelo a llevar a cabo debe tomar en cuenta todos esos factores, donde por supuesto, el medio ambiente tiene algo que decir, y a esto se le denomina factibilidad ambiental.

En el desarrollo de todo proyecto, se debe considerar los posibles impactos ambientales que éste puede generar y la normativa aplicable sobre él. La identificación de los posibles impactos ayudará a incorporar las medidas de mitigación en los diseños iniciales del proyecto, y de éste modo, es factible lograr una tramitación de los permisos más expedita. Además, los estudios de factibilidad ambiental sirven para incorporar los costos ambientales asociados al proyecto en su fase inicial, evitando que se incurran costos adicionales en una fase posterior.

Hablamos de factibilidad ambiental cuando se planea la ejecución de un proyecto determinado, considerando las condiciones y los efectos ambientales del sitio y las regulaciones, condiciones, restricciones y oportunidades en un para un determinado proyecto y terreno o zona. Esta factibilidad se refiere a un análisis previo del sitio en cuanto a factores físicos y ambientales como ubicación, flora, fauna, clima, suelos, geología, grado de conservación o alteración; así como un análisis de tipo social como área de influencia y población; sin olvidar los aspectos legales y normativos ambientales y de uso de suelo,



Planes Regionales y Locales de Desarrollo, entre otros, con el objeto de evaluar todas las posibilidades de desarrollo y las condicionantes, oportunidades y restricciones que pudiera tener un determinado proyecto en un lugar seleccionado.

Estos estudios permiten determinar si el proyecto que se pretende desarrollar es factible o no, si requiere modificaciones o adecuaciones o si definitivamente no puede llevarse a cabo en el sitio.

1.4.1 Impacto ambiental directo

Se define impacto ambiental como la "Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza". Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales.

El impacto ambiental no solo nos afecta a los seres humanos si no también a la flora y fauna de todo el mundo y es triste que por culpa del hombre, animales indefensos y plantas que nos permitan respirar también paguen por ello.

En los impactos ambientales hay que tener en cuenta:

- ✓ Signo: si es positivo y sirve para mejorar el medio ambiente o si es negativo y degrada la zona
- ✓ Intensidad: según la destrucción del ambiente sea total, alta, media o baja;
- ✓ Extensión: según afecte a un lugar muy concreto y se llama puntual, o a una zona algo mayor -parcial-, o a una gran parte del medio -impacto extremo- o a todo -total-. Hay impactos de ubicación crítica: como puede ser un vertido en un río poco antes de una toma de agua para consumo humano: será un impacto puntual, pero en un lugar crítico;
- ✓ El momento en que se manifiesta y así distinguimos impacto latente que se manifiesta al cabo del tiempo, como puede ser el caso de la contaminación de un suelo como consecuencia de que se vayan acumulando pesticidas u otros productos químicos, poco a poco, en ese lugar. Otros impactos son inmediatos o a corto plazo y algunos son críticos como puede ser ruido por la noche, cerca de un hospital;



- ✓ Persistencia. Se dice que es fugaz si dura menos de 1 año; si dura de 1 a 3 años es temporal y pertinaz si dura de 4 a diez años. Si es para siempre sería permanente;
- ✓ Recuperación. Según sea más o menos fácil de reparar distinguimos irrecuperables, reversibles, mitigables, recuperables, etc.
- ✓ Suma de efectos: A veces la alteración final causada por un conjunto de impactos es mayor que la suma de todos los individuales y se habla de efecto sinérgico. Así, por ejemplo dos carreteras de montaña, pueden tener cada una su impacto, pero si luego se hace un tercer tramo que, aunque sea corto, une las dos y sirve para enlazar dos zonas antes alejadas, el efecto conjunto puede ser que aumente mucho el tráfico por el conjunto de las tres. Eso sería un efecto sinérgico;
- ✓ Periodicidad. Distinguimos si el impacto es continuo como una cantera, por ejemplo; o discontinuo como una industria que, de vez en cuando, desprende sustancias contaminantes o periódico o irregular como los incendios forestales

Los impactos directos son aquellos que actúan directamente sobre el medio afectado.

Algunos ejemplos de impacto directo:

- ✓ Emisiones de efluentes gaseosos.
- ✓ Vuelco de contaminantes a cursos de agua.
- ✓ Ruidos molestos.
- ✓ Sobreexplotación agrícola.
- ✓ Afectación del recurso suelo por derrames.

1.4.2 Impacto ambiental indirecto.

Los impactos indirectos son aquellos que no actúan directamente sobre el medio afectado.

Algunos ejemplos de impacto indirecto:

- ✓ Afectación a una especie por cambio en las condiciones de su medio.
- ✓ Afectación de las napas por lixiviación de derrames sobre suelo absorbente.
- ✓ Afectación de la calidad del suelo por tala indiscriminada.
- ✓ Modificación de la fauna del lugar por la instalación de un emprendimiento (por ejemplo el aumento de los peces y las aves por la instalación de un puerto cerealero.



1.5 Evaluación económica de energía renovable.

El consumo de los distintos productos energéticos está íntimamente ligado a sectores clave de la economía, como los sectores industria, servicios, transporte y residencial. El desarrollo de la actividad en estos sectores requiere un sistema de abastecimiento de energía accesible y seguro, por tanto, con un buen nivel de desarrollo tecnológico. Además, el funcionamiento de estos sistemas que aprovechan recursos energéticos es el responsable de una variada serie de impactos medioambientales que repercuten en aspectos socioeconómicos.

Ya he dejado constancia en anteriores apartados de esta tesina de los efectos que el desarrollo económico está causando sobre el medio ambiente. Por tanto, y debido a la magnitud de tales efectos, se deben considerar los costes externos derivados del daño medioambiental provocado, es decir, las valoraciones económicas deben reflejar la totalidad de los costes asociados, incluyendo los medioambientales. Aquí es donde radica el problema de una evaluación global, debido a la dificultad de cuantificar económicamente los costes medioambientales, paso previo para internalizar estos costes en los mecanismos de conformación de los precios.

Lo que se suele hacer para resolver este problema es definir unos puntos de impacto según la carga de las emisiones y el daño que provocan en cada una de las etapas del ciclo de vida hasta conseguir una unidad de electricidad. Los sistemas de abastecimiento energético que obtengan una menor cifra en sus puntos de impacto corresponden a aquellos sistemas menos perjudiciales desde el punto de vista ambiental. Es decir, mientras más puntos de impacto más penalización ambiental obtendrá el sistema.

En el pasado, las ventajas medioambientales fueron la base para obtener ayudas gubernamentales para desarrollar tales energías. En la actualidad las ventajas socioeconómicas que se derivan van ganando cada vez más peso:



Seguridad en el suministro de energía, reduciendo el nivel de las importaciones y obteniendo claras ventajas económicas. Es decir, las FER contribuyen a asegurar y diversificar las provisiones de energía locales obteniendo unos gastos en energía estables y menos fluctuantes.

Se consiguen mejoras en los países en vías de desarrollo, ya que la implantación de las FER supondría una fuente de rédito importante y reducirían las caras importaciones de combustibles. Además, el despliegue descentralizado de estas energías supondría una opción económicamente beneficiosa para la electrificación rural en muchos países.

Finalmente, las FER ayudan a reestructurar el mercado de la energía, situando cada vez más énfasis a opciones de suministro descentralizadas y ayudando a obtener ventajas a potenciales usuarios domésticos.

1.5.1 Concepto de Costo. Costos medioambientales.

El costo o coste es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Al determinar el costo de producción, se puede establecer el precio de venta al público del bien en cuestión (el precio al público es la suma del costo más el beneficio).

Económicamente el coste es un sacrificio de recursos que es necesario realizar para poder elaborar un producto de cara a incrementar el valor añadido del mismo, puesto que de lo contrario constituiría un despilfarro desde el punto de vista económico. Si el sacrificio que se realiza afecta a los recursos naturales y a la calidad de vida, se está aludiendo a los costes medioambientales. Por lo tanto éstos son un elemento más del coste de producción y tienen impacto en la fijación de los precios de venta.

El costo de un producto está formado por el precio de la materia prima, el precio de la mano de obra directa empleada en su producción, el precio de la mano de obra indirecta



empleada para el funcionamiento de la empresa y el costo de amortización de la maquinaria y de los edificios.

En otras palabras, el costo es el esfuerzo económico que se debe realizar para lograr un objetivo operativo (el pago de salarios, la compra de materiales, la fabricación de un producto, la obtención de fondos para la financiación, la administración de la empresa, etc.). Cuando no se alcanza el objetivo deseado, se dice que una empresa tiene pérdidas.

➤ **Costos medioambientales**

En la actualidad las empresas comienzan a considerar la variable medioambiental en su proceso de toma de decisiones, implantando medidas que prevengan el impacto ambiental de sus actividades o que corrijan los daños generados. De este modo, la empresa está soportando un costo derivado de su interacción con el medioambiente, lo que se denomina costo medio-ambiental. La medida y la valoración del esfuerzo por la aplicación racional de los factores medio ambientales de cara a la obtención de un producto, un trabajo o un servicio.

Los costos medioambientales son un parámetro que permite medir el daño medioambiental causado por un producto, actividad o proceso es la estimación del costo global que supone la mitigación de todos los daños medio ambientales que éste haya podido ocasionar.

La economía tradicional ha ignorado tanto estos costos, como los sociales. Muchos proyectos ejecutados sin tomar en consideración estos costos producen impactos medioambientales.

Existen diferentes clasificaciones de los costos medioambientales entre los que se encuentran:

- ✓ Costos implícitos: son aquellos que producen efectos irreversibles en el medio ambiente como consecuencia de las actividades desarrolladas por la empresa.



- ✓ Costos de inversiones: aquellas inversiones realizadas por la empresa que permiten adaptarse a las nuevas necesidades derivadas del proceso de cambio en el que nos encontramos inmersos, con el fin de incorporar procesos alternativos.
- ✓ Costos de procesos: costos en los que se incurren al desarrollar el proceso productivo y entre los que se destacan, la contratación de mano de obra calificada, formación y educación.
- ✓ Costos sociales: son costos referidos a impuestos, servicios, multas y seguros.

Otro criterio de clasificación de los costos es el expuesto por Lizcano:

- ✓ Costos ecológicos o costos de calidad: son los costos en que incurre la empresa para la prevención y evaluación de efectos negativos medioambientales.
- ✓ Costos de descontaminación o restauración del entorno: son aquellos consumos necesarios para hacer frente a los elementos que suponen importes medioambientales negativos derivados de los procesos de transformación, distribución y/o consumo de los productos.

En resumen, se considera que los costos medioambientales son los costos de las medidas emprendidas por una empresa; para prevenir, reducir y/o mitigar el deterioro ambiental como resultado de las actividades que realiza la empresa o para contribuir a la conservación de los recursos renovables y no renovables.

1.5.2 Beneficios directo de la Planta de biogás.

Los principales beneficios directos de una planta de biogás son:

- ✓ Obtener una fuente de energía económica que permita disminuir costos asociados al consumo de la energía eléctrica o sistemas de gas convencionales.
- ✓ Reducción de olores: los sistemas de biogás reducen los olores ofensivos especialmente en aquellas zonas donde se producen y manejan grandes cantidades de estiércol debido a la explotación de ganado. Los sistemas de biogás reducen estos olores debido a que los ácidos orgánicos volátiles que causan los compuestos generadores de olor son consumidos por las bacterias productoras de ganado.



- ✓ Fertilizante de alta calidad. En el proceso de digestión anaerobia, el nitrógeno orgánico en el estiércol se convierte en gran proporción a amoníaco, el constituyente básico de fertilizante comercial, que es fácilmente disponible y utilizado por las plantas.
- ✓ Reducción de la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. El efluente del digestor es un producto más uniforme y manejable que el estiércol no tratado. La alta cantidad de amoníaco permite una mejor utilización de los cultivos y permite mejorar las propiedades físicas de los suelos. Una aplicación apropiada del efluente del digestor reduce la contaminación de aguas superficiales o subterráneas.
- ✓ Reducción de patógenos. El calentamiento que ocurre en los digestores reduce las poblaciones de patógenos rápidamente en pocos días.
- ✓ La recuperación de biogás mejora los rendimientos económicos mientras mejora la calidad del medio ambiente. Maximizando los recursos de la granja de tal manera que puede probarse que es competitiva y considerarse como una alternativa sostenible para la industria ganadera.

1.5.3 Beneficios adicionales de la Planta de biogás

Los beneficios adicionales de una planta de biogás son:

- ✓ Una potencia eléctrica de calor (en caso de instalación del módulo adicional).
- ✓ Metano como combustible para vehículos o como sustituto del gas natural de suministro a la red (en caso de instalación del módulo adicional).
- ✓ Ahorro de inversión (para las nuevas empresas).
- ✓ Ecología (en el caso de los productos de reciclaje).

1.6 Eficiencia en la explotación del digestor.

En Cuba los digestores constituyen una valiosa alternativa para el tratamiento de los desechos orgánicos generados en las empresas agropecuarias, pues permiten disminuir la carga contaminante, mejorar la capacidad fertilizante del material, eliminar los malos olores



y se genera una energía renovable denominada biogás, que es un gas combustible que puede utilizarse para cocer alimentos, calentar agua, generar electricidad, y obtener luz directamente usando lámparas de gas.

Un digestor está formado por 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.

El digestor presenta variedad de problemas en cuanto a todo su desarrollo, por eso en ocasiones no presenta buena eficiencia en la producción de biogás.

Estos problemas son:

- ✓ El digestor no tiene gas o el manómetro no indica presión.
- ✓ La llave principal está cerrada. (Abra la válvula.)
- ✓ Las bacterias no trabajan todavía correctamente. (Calcule el tiempo en que llenó el digestor). No puede ser menos de treinta días. Si tiene mal olor, detenga la alimentación. El pH es un parámetro que aporta información importante sobre el buen funcionamiento: debe estar entre 6,5 y 8,5. Si el pH es más bajo, alimente el digestor con una solución de lechada de cal, hasta restablecerlo. Si transcurridos 45 días el problema persiste, comuníquese con el especialista de EMISON.

Escape de gas

- ✓ Verifique con una solución jabonosa las posibles fugas y elimínelas

Llama de gas oscilante

- ✓ Las boquillas están sucias. Límpielas.
- ✓ La tubería está bloqueada por agua. Elimine el agua accionando la válvula ubicada en la trampa de agua.
- ✓ Excesivo consumo de gas o poca existencia.
- ✓ Diámetro incorrecto de las boquillas. Adécuelo (si nunca antes había usado el fogón).
- ✓ La distancia entre la llama y la cazuela es muy grande. Ajuste la distancia.



- ✓ No ha alimentado la planta. Atiéndala adecuadamente.

Llama muy pequeña

- ✓ La boquilla del quemador es muy pequeña. Debe abrir la boquilla entre 2 y 3 mm, para un fogón doméstico; y entre 5-7 mm, para fogón industrial.
- ✓ Diámetro de tubería extremadamente pequeño, utilizado en determinado tramo en la conducción del gas.

Mantenimiento

No existe una recomendación exacta sobre la periodicidad con que se deben realizar las labores de mantenimiento a los digestores de biogás, debido a que dependen de las condiciones específicas de cada lugar.

A continuación se relacionan las labores que deben contemplarse en el mantenimiento a los digestores de biogás, acompañadas de sugerencias en cuanto a su periodicidad.

- ✓ Semanalmente se deben controlar las uniones con agua jabonosa, para detectar fugas.
- ✓ Eliminación de la nata o sobrenadante. La frecuencia con que se realice esta operación depende del cuidado que se ponga en introducir al digestor la excreta libre de pajas, fibras, así como de la calidad de la mezcla que se logre. Se hará siempre que se compruebe que se está afectando la producción de biogás, por la formación de la costra. Para atenuar este problema es recomendable cerrar la válvula del digestor y dejar que alcance su presión máxima y trabaje burbujeando durante 15 - 20 minutos, como mínimo.
- ✓ En todas las plantas se deben prever trampas para eliminar el ácido sulfhídrico (H₂S). Estas trampas deben limpiarse cada quince días, de manera que se drene el condensado allí.
- ✓ La presencia de ácido sulfhídrico (H₂S) en el biogás, aún cuando puede ser inferior a 1 %, resulta una dificultad cuando se trata de utilizar el biogás en motores, refrigeradores, calentadores u otros dispositivos metálicos que pueden ser afectados



por este gas corrosivo. Utilizando la trampa sugerida (que sustituye filtros a base de óxido de hierro), es posible eliminar el azufre. Se requiere, evidentemente, revisar y sustituir la viruta de hierro cuando se agote en el depósito, por lo que se recomiendan soluciones de diseño que permitan un acceso fácil al interior.

- ✓ Eliminación periódica de la excreta seca que se acumula en el tanque de compensación, que dificulta el movimiento del efluente. Si esta operación se realiza diariamente, por problemas estéticos y de higiene, el tiempo que hay que dedicarle a esta tarea puede ser despreciable, entre uno o cinco minutos.
- ✓ Mediante el buen uso de biogás, las empresas productoras pueden realizar una actividad económica y medioambientalmente beneficiosa, ya que se engloba dentro del fomento del empleo de las llamadas energías renovables, contribuyendo, aunque en algunos casos sea de un modo testimonial, al ahorro de energía primaria y reforzando la imagen de entidad respetuosa con el medio ambiente y comprometida con la sociedad a la que le presta servicio. No parece adecuado quemar el biogás en una antorcha, sin aprovechar su contenido energético y contribuyendo al efecto invernadero emitiendo directamente metano que es uno de los precursores de la destrucción de la capa de ozono. No obstante, por seguridad, es necesario instalarla, sea cual sea la capacidad de digestor.

1.6.1 Debido a la construcción.

Según el tipo de construcción las plantas de biogás pueden ser:

- ✓ De campana flotante (tipo hindú).
- ✓ Del tipo tubular o de "plugflow".
- ✓ De cúpula fija (tipo chino).

- ✓ De campana flotante o tipo hindú: es el más popular en ese país donde varias instituciones hasta 1985 han construido diferentes tipos de estas plantas resultando en la instalación de más de 460 000 unidades. Aunque una parte fueron construidas con ladrillos, cemento y acero para la campana que flota sobre el residual del digestor que es donde se almacena el biogás, más tarde se desarrolló la tecnología KVIC con campana de diversos materiales como: ferrocemento, fibra de vidrio, de



polietileno de alta densidad, de PVC, de láminas rígidas de PVC y hasta de cemento y bambú (Srinivasan y Hanuman, 1986; Robin, 1990; Nazir, 1991). Esta variante se construye de forma vertical u horizontal y en cuanto a su uso social y volumen pueden ser individuales o comunales.

- ✓ De tipo tubular o de "plugflow": hechos de goma, polietileno o Red-Mud-Plástico (RMP). Este último material fue desarrollado por primera vez en Taiwán y después en China donde ha demostrado sus excelentes cualidades para ser usado en biodigestores. Este material, producido en forma laminar, es una mezcla de lodos rojos residuales de la extracción de la bauxita y contiene PVC, plasticador, estabilizador y otros ingredientes (Gopalakrishnan, 1982). Al principio los digestores de RMP se hacían tubulares. Más tarde se construyeron en forma de tiendas de campaña. También de esta forma se han construido biodigestores en Nepal, pero de PVC (Devkota, 1986).
- ✓ De tipo chino o de cúpula fija: son en las que el gas se almacena en la parte superior por el principio de desplazamiento. Alrededor de 7 millones de plantas han sido construidas en China, las cuales son fabricadas de distintas formas y capacidades, y con diferentes materiales, pero tienen un diseño básico en el que el biogás es colectado en una cúpula fija (Nazir, 1991). En Tailandia se ha diseñado este tipo de biodigestor pero con anillos de bambú, mientras los coreanos desarrollaron uno de bajo costo que consiste en un tanque de ladrillos y cemento cubierto con lona de PVC.

Las ventajas de las plantas de cúpula fija son las siguientes:

- ✓ Su construcción se realiza con paredes de bloques de hormigón y cúpula de ladrillos, empleando otros materiales conocidos como cemento, arena, piedra y acero constructivo, asegurando con ello una alta resistencia y durabilidad de la obra.
- ✓ No presenta partes móviles propensas al desgaste, así como tampoco partes metálicas propensas a la corrosión.



- ✓ Su tiempo de vida útil se extiende a 20 años.

1.6.2 Debido a la explotación.

Existen varios tipos de digestores los cuales resulta conveniente clasificar, según su modo de operación, en los siguientes tipos:

- ✓ De lote (régimen estacionario o “batch”).
- ✓ De régimen semi-contínuo.
- ✓ Horizontales de desplazamiento.
- ✓ De régimen continuo.

Digestor de lote.

Este digestor se carga una sola vez en forma total y la descarga se efectúa una vez que han dejado de producir el gas combustible. Digestores de régimen Semi-Continuo. Este sistema es aplicable cuando la materia prima presenta problemas de manejo en un sistema continuo o cuando la materia a procesar está disponible en forma intermitente.

Digestores de régimen semi-contínuo.

Este tipo de digestores son los más usados en el medio rural, cuando se trata de sistemas pequeños para uso doméstico. Los diseños más populares son el hindú y el chino.

Digestores Tipo Hindú .Existen varios diseños de estos digestores, pero en general son verticales y enterrados, semejando un pozo. Se cargan por gravedad una vez al día, con un volumen de mezcla que depende del tiempo de fermentación o retención y producen una cantidad diaria más o menos constante de biogás si se mantienen las condiciones de operación.



Digestores horizontales de desplazamiento.

Generalmente se construyen enterrados, son poco profundos y alargados, semejando un canal, con relaciones de largo a ancho de 5 a 1 hasta 8 a 1 y sección transversal circular, cuadrada o en “V”. Este tipo de digestores se recomiendan cuando se requiere trabajar con volúmenes mayores a los 15m³ por día.

Digestores de régimen continuo.

Este tipo de digestores se desarrollaron principalmente para tratamiento de aguas negras y en la actualidad su uso se ha extendido al manejo de otros sustratos.

En general son muy grandes, en los cuales se emplean equipos comerciales para alimentarlos, proporcionarles calefacción y agitación, así como para su control.

Otros tipos de digestores.

La investigación en el tema de fermentación anaeróbica, buscando aumentar la eficiencia de generación de biogás y degradación de la materia orgánica reduciendo el tiempo de retención, ha llevado al desarrollo de diversos tipos de digestores, como los llamados filtros anaeróbicos. En estos sistemas de alimentación continua y alta dilución, por métodos físicos se logra retener los microorganismos dentro del digestor durante 20 a 30 días, mientras que el líquido activo pasa a través del sistema en tiempos de 1 a 5 días. Con estos se logra reducir en forma significativa el tamaño de la planta, con la consecuente disminución de costos de instalación y operación, mejorando la eficiencia de generación de biogás.



Capítulo II: Diagnóstico del objeto de estudio

2.1 Características generales de la UEB Genético Porcino de Cienfuegos.

La Unidad de Producción Genética Porcina se encuentra enclavada en el poblado de Venta del Río a 7 Km de la Ciudad de Cienfuegos, perteneciente al Municipio de Cienfuegos. Su fundamental vía de acceso es un camino que se deriva de la Carretera de Rodas, limita por el Norte con el área cañera del CAI Elpidio Gómez, así como por el Oeste, por el Este existe un camino vecinal por donde transitan personas, animales y equipos agrícolas, Por el Este limita con el río Salado, por el Sur la carretera de acceso a la Unidad donde existen alrededor de 120 núcleos familiares donde muchos de ellos son trabajadores de nuestro centro.

Esta U.E.B cumple con su plan de producción y económico, además es rentable, cubre todos sus gastos con los ingresos. Actualmente consta con una plantilla de 45 trabajadores, donde existen 3 dirigentes, 7 técnicos, 35 obreros y de estos, 28 directo a la producción y 7 dedicados al área de autoconsumo.

Antecedentes en el año 1988 según informaciones de los vecinos hubo inundaciones en la Unidad debido al crecimiento del río Salado, también hubo pérdidas en las cosechas y cuando los ciclones Lili y Michel se sufrieron daños entre ellos los derrumbes de techos, producto de los fuertes vientos.

Los objetivos fundamentales de nuestro centro en caso de desastres naturales son:

Proteger almacenes de pienso y otras instalaciones que existen en la Unidad, además instalaciones de bombeo de agua, ganado mayor y producciones agrícolas que puedan ser recogidas y trasladadas a lugares que sean protegidos y seguros (en el área de oficina). Y conservar el genofondo con una masa básica a, mantener de 77 animales para la Reservas Vivas.



2.1.1 Objeto social.

La Unidad tiene como objeto social: La entrega de pié de crías de Cochinatas y Cochinatos Genéticos para la reproducción, la misma tiene una masa básica de (Ver anexos: E y F):

2.1.2 Misión y Visión.

Misión:

Preservar y mejorar el genofondo porcino del país y satisfacer las necesidades de pie de crías de alta calidad genética a todos los niveles productivos dentro y fuera del país.

Visión:

Producidas y comercializadas las cochinatas y cochinatos de alta calidad genética que satisfagan las necesidades de reemplazo de todos los niveles productivos, las precebas y carne de desecho inscrita en el plan. Producciones competitivas con indicadores técnicos y económicos eficientes, disminuidos los daños al Medio Ambiente, en proceso de perfeccionamiento, con Cuadros y Jefes líderes, trabajadores motivados y comprometidos con el pueblo y la Revolución.

2.1.3 Caracterización del entorno.

Análisis interno.

Fortalezas

- ✓ Contar con la Unidad protegida ubicada en la región central del país.
- ✓ Contar con el personal técnicamente calificado, con experiencia y comprometido con la actividad genética.
- ✓ Productores Únicos de animales genéticos aclimatados a nuestro país.
- ✓ Estar aplicando el Perfeccionamiento Empresarial.
- ✓ Capacidad de mejoramiento genético en el sector no especializado y formación de nuevos cruces.
- ✓ Manual de Crianza Porcina para U.E.B Genéticas validado.

CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO.



- ✓ Estar insertados en el Programa de Genética Animal del Ministerio de la Agricultura.
- ✓ Capacidad para Exportar animales genéticos.
- ✓ Mercado Interno Seguro.

Debilidades

- ✓ Dificultades con la informática y las comunicaciones.
- ✓ Insuficiente parque de transporte y obsolescencia técnica.
- ✓ Dificultades con la Tecnología de Crianza y Medios de Medición.
- ✓ Altos contaminadores del medio ambiente.

Análisis externo

Oportunidades

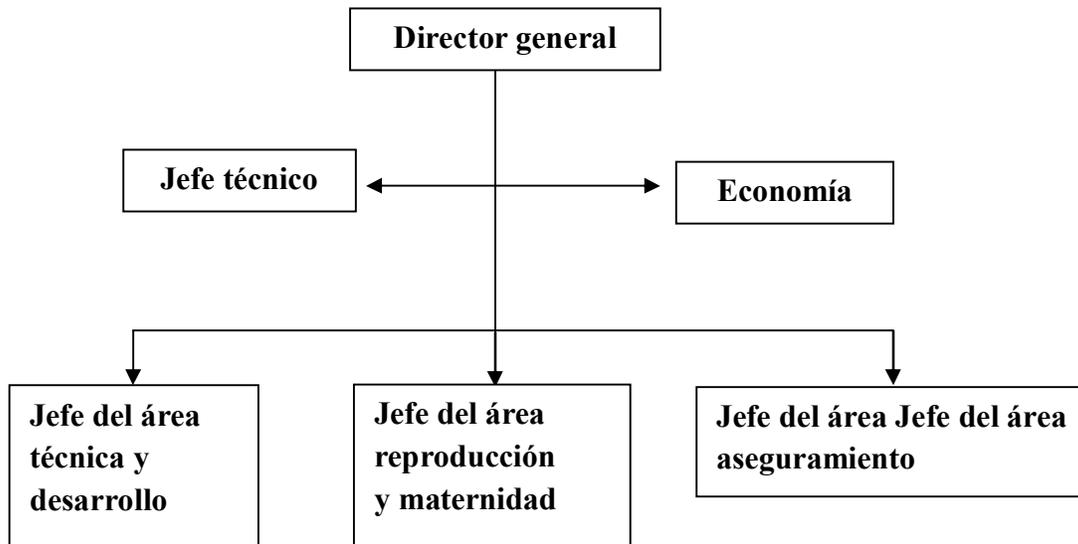
- ✓ Ubicación geográfica de nuestro país.
- ✓ Resultados científicos del I.I.P. a introducir.
- ✓ Ferias, exposiciones y eventos de carácter nacional e internacional.
- ✓ Contar con una cantera joven en proceso de formación.

Amenazas

- ✓ Inestabilidad en calidad y surtido en la alimentación de los animales.
- ✓ Inestabilidad en la adquisición de los Insumos Productivos.
- ✓ Circulación viral de diferentes Entidades de alta letalidad en el territorio nacional
- ✓ El bloqueo imperialista.
- ✓ Limitado nivel de diagnóstico de las enfermedades.
- ✓ Enfermedades por acción enemiga, deficiencias internas y situaciones climatológicas adversas.
- ✓ Otras crianzas en el área del cordón sanitario.



2.1.4 Estructura organizativa



2.2 Propuesta metodológica para el estudio del impacto económico-ambiental en la planta de biogás de la UEB Genético Porcino

Propuesta de una Metodología para desarrollar un Programa de Producción más Limpia en la Empresa.

Con el objetivo de lograr una gestión eficiente de sus residuos y de incrementar la eficiencia empresarial, se propone para la Empresa Genética Porcina la siguiente metodología, la cual le permitirá a la citada entidad desarrollar e implementar un Programa de Producción más Limpia.

La introducción de un programa de Producción más Limpia en una empresa supone la planificación, programación y ejecución de un conjunto de medidas que se desarrollan de manera sistemática y ordenada.

El programa de Producciones Más Limpias forma parte de la gestión global de la empresa y por consiguiente tiene que estar reflejado en un documento en el que se declaran los objetivos relacionados con las Producciones Más Limpias, y en el que, además, se



especifican metas, actividades, tiempos y recursos a ser empleados en la consecución de dichos objetivos.

Dado que comúnmente existe una cierta correlación entre el consumo de energía y la cantidad de residuos que se generan, es beneficioso combinar los objetivos de la prevención de la contaminación y los de la eficiencia energética en un mismo programa de Producciones Más Limpias, enfocado a incrementar la eficiencia de las operaciones unitarias.

Los principales beneficios que de la implementación de este proceso se derivarán son los siguientes:

Beneficios económicos: Por el uso más eficiente de materias primas y agua, la sustitución de la leña y el carbón por biogás, y la reutilización y/o el reciclado de sus residuos.

Beneficios ambientales: Por la eliminación de materias peligrosas, reducción de la carga de contaminantes en los efluentes de la empresa, y la disminución de los requerimientos (infraestructura, gastos de inversión y operación) para el tratamiento final y disposición de los desechos, lo cual contribuye a una mejor calidad de vida y desarrollo sostenible.

Beneficios externos: Por ejemplo, por mejoramiento de la imagen pública de la empresa y el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

Beneficios sociales: Por el suministro del biogás como fuente calórica para cocinar, sustituyendo el carbón y la leña, y como fuente de energía eléctrica propia para la empresa y las casas de los trabajadores de la misma, lo cual contribuye a una mejor convivencia.

Humanización del trabajo en la cocina del comedor de la empresa y de las viviendas, mejorando la salud y disminuyendo la contaminación al medio ambiente. Reduciendo el tiempo de trabajo en 2 a 3 horas.



Efecto del efluente sobre el suelo.

Debido a su rápida descomposición el efluente brinda rápidamente nutrientes disponibles. Los ácidos húmicos presentes en este material contribuyen a mejorar la estructura del suelo y su porosidad aumentando al mismo tiempo la capacidad de intercambio. La cantidad de humus estable duplica generalmente al que se consigue mediante la utilización de estiércoles incrementando al mismo tiempo en forma significativa la actividad biológica del suelo.

El elevado contenido de nitrógeno en forma de amonio (NH_4) presente en los efluentes ayuda a evitar la pérdida por lavado y lixiviación del nitrógeno del suelo al igual que las pérdidas por volatilización producidas por los procesos de nitrificación biológica.

Efecto sobre los cultivos.

Existen amplias evidencias del incremento en la producción de distintas especies provocada por la aplicación de efluentes al suelo. Tanto en este aspecto como en los anteriores, las aseveraciones y cifras son relativas debido a que se está trabajando con sistemas biológicos muy complejos como son: el material orgánico de carga, el digestor, el suelo y finalmente el cultivo.

Esta interacción y variación provoca grandes diferencias en los resultados y hace difícil cuantificar los beneficios obtenibles de la aplicación así como también definir dosis y modos de aplicación.

Aspecto sanitario.

A pesar que este aspecto no puede ser ubicado estrictamente como un uso, aporta indudables beneficios al reemplazar otros costosos sistemas para obtener el mismo grado de descontaminación.



El tratamiento de los desechos por vía anaeróbica elimina la acumulación de estos a la intemperie evitando la proliferación de moscas, mosquitos, otros insectos y roedores portadores de peligrosas enfermedades.

El proceso en si mismo produce una reducción del 90% al 99% de los principales patógenos animales (estafilococos, salmonella, pseudo-monas). Esta reducción muy importante desde el punto de vista del saneamiento está regulada por la temperatura de fermentación y la cantidad de días que permanece la biomasa dentro del digestor (tiempo de retención).

El proceso fermentativo también tiene un efecto beneficioso si se lo emplea como biofertilizante ya que un gran porcentaje de semillas de las malezas se tornan inviables.

Otros usos.

El efluente de los digestores tiene otras aplicaciones entre las cuales merecen mencionarse: la preparación de compost, la alimentación de algas y peces y de animales en raciones balanceadas.

Se han realizado numerosos ensayos y extendido sobre todo en Oriente, el uso del efluente como sustrato para el crecimiento de algas y peces en estanque cerrados. En otro tipo de estanques también se crían patos y peces, los que son aprovechados para confeccionar la ración de los animales conformando lo que se ha dado en denominar “Granjas integradas”. Siendo estas la base para un pleno desarrollo sostenible.

La utilización del efluente en mezcla con raciones ha sido empleada en numerosas especies y se cuenta con datos que aseguran un 30 % de sustitución en cabras, 10 % - 20 % en pollos parrilleros, 10 % en cerdos y 10 % en patos.

Como un aditivo al material vegetal para la confección de compost, el efluente es excelente ya que aporta una buena fuente de nitrógeno que acelera el proceso y enriquece al mismo tiempo el producto final con fósforo y otros elementos. Por otro lado el proceso de



compostado completa la efectiva destrucción de patógenos lograda en la digestión anaeróbica.

Esto completa los usos potenciales del efluente de los digestores, últimamente otros productos de la digestión están utilizándose a nivel experimental como es el caso del CO₂ obtenido de la purificación del gas. Estos usos sólo son posibles en grandes plantas industriales donde la rentabilidad del producto justifique las inversiones necesarias para implementar este uso.

Evaluación económica.

La primera valoración que se le puede imputar al estiércol orgánico a digerir, sería su valor de mercado. Sin lugar a dudas la cantidad de esta materia prima que tiene un precio, no representa a la totalidad del residuo disponible y en muchos casos estos valores se encuentran deprimidos al no contar los vendedores con terreno u otras formas de uso rentables. Determinadas circunstancias sin embargo como es el caso del estiércol equino en las zonas de producción los valores pagados por este insumo crítico y escaso se elevan, constituyendo la comercialización una alternativa posible.

Otro criterio estaría dado por el uso potencial de la materia prima empleada como abono orgánico al suelo.

Debido a que el efluente puede tener un uso equivalente con iguales o mejores características, este criterio será desarrollado en profundidad al analizar el efluente como producto.

En algunos países otro uso alternativo sería el uso directo como combustible, en estos casos se valora de acuerdo al poder calorífico del material empleado, utilizando el costo que tendría reemplazarlo por un combustible convencional.

En los casos que el residuo represente un problema a eliminar de la explotación, ingresará al cálculo como un costo negativo, representado su uso en el digestor un beneficio medible a través del costo insumido en darle otro tipo de tratamiento para su eliminación.



Biogás.

El gas como producto será evaluado comparándolo con los costos de otras fuentes de energía (incluyendo el costo de suministro). Esta comparación tendrá distintas características de acuerdo al tipo de energía sustituta considerada.

En el caso de la electricidad, se deberá tener en cuenta la energía disponible en las usinas del lugar, ya que si su potencia está subutilizada, el costo de la energía será distinto a la que correspondería si se debe ampliar el equipo existente para satisfacer la nueva demanda. En la práctica estas diferencias se ven minimizadas por las tarifas unitarias, subsidios, promoción y el componente de los impuestos contenido en ellas, dependiendo en última instancia de la política seguida por la empresa suministradora o el gobierno local.

Un costo adicional de importancia estará dado por la distancia al lugar de suministro debido a la alta inversión demandada por el tendido de nuevas líneas y las pérdidas de energía en la transmisión.

En el caso de la madera se debe considerar la mano de obra empleada en la recolección, que en horas/hombre tiende a aumentar por el alejamiento de las fuentes de suministro y por la depredación del recurso.

El otro costo asociado al uso de la leña está representado por la deforestación, erosión e inundaciones fruto de la primera. Teóricamente se podría llegar a estimar el daño y disminución en el rendimiento de los cultivos provocados por estos fenómenos. Otra metodología consistiría en imputarle a la leña el costo que representaría reemplazar la madera extraída con nuevas plantaciones de manera de mantener constante el recurso a lo largo del tiempo.

Los combustibles líquidos se valorarán de acuerdo al precio de los mismos puestos en el predio rural, si existiera este servicio, en caso contrario se deberá adicionar al precio pagado en la ciudad el costo en tiempo y transporte insumidos. En el caso de este tipo de



combustible existen subsidios encubiertos bajo las tarifas vigentes que en la mayoría de los casos son uniformes a lo largo de todo el territorio; estas diferencias entrarían a jugar en un análisis global energético.

El costo de producción del biogás se conformará fundamentalmente por los costos generados por el digester (amortización + interés sobre capital invertido + gastos de operación y mantenimiento + precio del sustrato). Para un análisis estricto sobre la faz energética de esta tecnología se deberán restar a estos costos los beneficios obtenibles del efluente y de la utilización que se llevará a cabo del dióxido de carbono en invernáculos (medible a través de incrementos en la producción vegetal en estos ambientes controlados menos el costo de separación y conducción del dióxido de carbono).

El modo de utilización del gas producido modificará su mercado y uso potencial ya que la compresión, almacenamiento y transporte lo haría disponible para otros usos (ej.: transporte) y más usuarios posibilitando su comercialización.

Efluente.

La evaluación deberá partir, si existiera, del costo de la materia prima empleada. El estiércol puede tener un valor de mercado como abono orgánico, en ciertos lugares este valor sólo cubre el costo de limpieza y retiro del material del establecimiento no aportando ningún ingreso en moneda al productor. Hay situaciones en que el estiércol constituye un problema a eliminar a un determinado costo, siendo su precio en estos casos “negativo”.

Algunos analistas le dan al estiércol un costo de oportunidad por no poder utilizarlo directamente como abono orgánico, este criterio queda invalidado al tener el efluente iguales o mejores usos que el estiércol fresco. (Los estudios indican que el efluente de los digestores tiene mayor poder fertilizante que el estiércol sin tratar).

Un análisis que si se debe ser realizado, es la comparación de este tipo de tratamiento con otro alternativo como ser el comportado.



Una aproximación al valor del efluente como producto surge de su análisis en cuanto al contenido de los principales macronutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio; NPK) llevado esta a cantidades fijas se las compara con el precio de estas mismas cantidades de macronutrientes suministradas a través de fertilizantes químicos que estén a disposición en el mercado.

Una medida real estaría dada por el efecto final de la aplicación del efluente sobre los cultivos comparándola con la utilización del estiércol en su forma natural o con algún tipo de tratamiento, como el compostado. Esta sería la forma más correcta, pero al mismo tiempo la más difícil de evaluar debido a la multiplicidad de factores intervinientes, la falta de información confiable y la relatividad de los precios involucrados.

La integración del digestor con otras actividades de la explotación ocasionará ingresos suplementarios, como por ejemplo: el uso del efluente en la alimentación animal, la cría de algas y peces. El aporte real de estos subsistemas estará dado por el valor de los productos producidos menos los costos de construcción, operación y mantenimiento de los mismos. La medición de estos beneficios en términos físicos aún no ha sido evaluada en forma precisa, interviniendo en ella muchos factores de difícil control.

Para los dos últimos productos analizados (biogás y efluente) se deberá tener en cuenta que la justificación del proyecto no deberá limitarse al ahorro en combustibles o fertilizantes que se logren sino que además influirá el incremento de esos bienes que se hacen accesibles al productor.

Esta demanda que antes del proyecto no puede ser satisfecha a los precios vigentes de esos bienes, podrá serlo al costo que demandará a través del uso de la nueva tecnología; por lo tanto una forma de evaluar este fenómeno consistirá en aplicar a la nueva cantidad de energía o fertilizante demandado, el precio del mercado.



2.3 Procedimiento metodológico para el estudio del impacto económico-ambiental, a partir del aprovechamiento de los residuales de los efluentes a la salida de las plantas de biogás.

Metodología de procedimiento para la evaluación de impacto económico-medioambiental. Guzmán-Guzmán 2013.

Se considero para esta evaluación las condiciones específicas de una planta de biogás que actúa como un sistema de tratamiento de los residuales generados en la producción, en este caso de estudio, compuesto por excretas de animales porcinos y vacunos. Se tuvo en cuenta también los residuales a la salida de la planta y los desechos de las producciones agrícolas (Ver Anexo G).

Pasos que integran cada una de las etapas.

ETAPA 1: Creación de la base del Programa de Producciones Más Limpias

1. Compromiso de la Gerencia.
2. Organizar el Comité de Producciones Más Limpias.
3. Identificar obstáculos al programa y proponer soluciones.

ETAPA 2: Preparación del Diagnóstico de Producciones Más Limpias

4. Formulación de los objetivos específicos de producciones más limpias
5. Recopilar información sobre el proceso de producción unitaria.
6. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias críticas.
7. Definir el enfoque del diagnóstico en base a las operaciones unitarias críticas identificadas.
8. Determinación de los residuales en el proceso productivo y en el proceso de apoyo a la producción. (Aguas residuales, excreta de animales (porcino y vacuno), leña, residuos agrícolas)



ETAPA 3: Estudio detallado de las operaciones unitarias críticas

9. Elaborar balances de materia y energía para las operaciones unitarias críticas.
10. Identificar causas de ineficiencias.
11. Plantear opciones de Producciones Más Limpias.
12. Seleccionar las opciones de Producciones Más Limpias a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.

ETAPA 4: Evaluación técnica y económica

13. Definir el tipo de evaluación.
14. Evaluación técnica: Aspectos productivos.
15. Evaluación técnica: Aspectos ambientales.
16. Evaluación económica.
17. Selección y presentación de opciones de Producciones Más Limpias factibles.

ETAPA 5: Implementación, seguimiento y evaluación final

18. Preparar un plan de acción.
19. Implementar las opciones factibles recomendadas.
20. Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las opciones implementadas.
21. Asegurar la continuidad del programa.

Procedimiento metodológico

Etapa 2 Diagnostico

Generación de excreta de animales (Potencial)

Cálculo de la excreta húmeda diaria de cerdos y la cantidad de biogás por día.

Cantidad de excreta húmeda diaria (Kg).

Cantidad excreta (Kg)= # cerdos x Promedio de excreta por cerdo. Ec. 1.

Cantidad excreta (Kg)= 2864 x 2.35

Cantidad excreta (Kg)=6730,4 kg

Dato: Promedio de excreta por cerdo = 2,35 Kg/día

CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO.



Para peso del cerdo 25 – 100 kg.

Cantidad de biogás diaria de cerdo (m^3)

Volumen del Biodigestor (V.B) = (Masa en kg de residual + Masa en kg de agua) x Tiempo de retención (Tr) Ec. 3

Relación 1:3, y Tr = 40 días (por la literatura) por lo que:

Masa de agua (en proporción 1:3)= 6730,4 x 3

Masa de agua (en proporción 1:3)= 20191,2

Volumen del Biodigestor = (6730,4 + 20191,2) x 40días Ec. 4

Volumen del Biodigestor = 1077 m^3

(2,35 kg/día promedio de excreta se produce 0.27 m^3 /día de biogás).

Cantidad gas (m^3)= V.B x Promedio de biogás producido por día Ec. 2

Cantidad gas (m^3)= 1077 x 0,27

Cantidad gas (m^3)= 290,79 m^3

Generación de excreta de animales (Planta de 42 m^3) Real

Calculo de la excreta húmeda diaria de cerdos y la cantidad de biogás por día.

Cantidad de excreta húmeda diaria (Kg).

Cantidad excreta (Kg)= # cerdos x Promedio de excreta por cerdo. Ec. 1

Dato: Promedio de excreta por cerdo = 2,35 Kg/día

Para peso del cerdo 25 – 100 kg.

Para relación 1:1 (kg excreta / kg agua) cantidad de cerdo 220

Para relación 1:3 (kg excreta / kg agua) cantidad de cerdo 112

Cantidad excreta (Kg) = 112 x 2,35

Cantidad excreta (Kg) = 263,2 kg



Cantidad de biogás diaria de cerdo (m³)

Cantidad gas (m³)= V.B x Promedio de biogás producido por día Ec. 2

Cantidad gas (m³) = 11,34 m³

Volumen del Biodigestor (V.B) = (Masa en kg de residual + Masa en kg de agua) x Tiempo de retención (Tr) Ec. 3

Volumen del Biodigestor (V.B) = (263,2 kg + 789,6 kg) x 40

Relación 1:3, y Tr= 40 días (por la literatura) por lo que:

Masa de agua (en proporción 1:3) = 789,6 kg

Volumen del Biodigestor = 42 m³

2.4 Determinación de las principales deficiencias en las plantas de biogás de la Provincia de Cienfuegos.

En nuestro país se ha desarrollado continuamente la conciencia de la necesidad de un desarrollo sostenible sobre la base de las energías renovables, específicamente la tecnología del biogás. Ésta ha tenido gran aceptación por la población, ya sea tanto en el sector estatal como el particular.

De ahí la necesidad de saber las principales deficiencias o problemas que presenta tanto el desarrollo como la puesta en marcha de estas plantas.

Existen diferentes causas científicas tecnológicas y sociales que impiden el buen desenvolvimiento de esta tecnología del biogás en la provincia de Cienfuegos.



Principales Dificultades.

- 1.- Falta mecanismos estatales para adquirir materiales a precios aceptables para la construcción de digestores de biogás. Sobre todo en el sector privado.
- 2.- Falta una entidad estatal que se encargue de la construcción de digestores de biogás. Llave en Mano es decir proyectos, construcción, puesta en marcha, post producción y mantenimiento.
- 3.- Problemas propios de la tecnología, es decir mal manejo de la planta de biogás por falta de conocimientos de las personas implicadas para controlar el proceso y actuar en cada caso.
- 4.- Las entidades no presupuestan en los planes anuales de la economía las inversiones para plantas de biogás.
- 5.- No existe un marco regulatorio donde se exprese que todas las empresas con potencialidades deben construir plantas de tratamiento de residuales con obtención de biogás.
- 6.- Para la construcción o proyección de una planta solo se tiene en cuenta las potencialidades y los usos, y en último caso si tienen los materiales para construirla, no se conoce el contexto es decir si las personas tienen interés en trabajar la planta o si necesitan realmente utilizar el biogás, no se conoce las características de las excretas a utilizar.
- 7.- Desconocimiento total de que el proceso de obtención del biogás es una fermentación anaerobia en el que intervienen diferentes grupos de bacterias con características propias de los parámetros microbiológicos de funcionamiento.
- 8.- No existe préstamos bancarios con intereses blandos para financiar la inversión de la planta de biogás.



Las principales deficiencias de los digestores se pueden resumir en dos grupos las de origen constructivo y las de origen según su explotación.

Constructivas

- ✓ No respetar el plano de diseño.
- ✓ No utilizar los materiales correspondientes

Explotación

- ✓ Utilizar menos o más cantidad de residuos para alimentar el digestor
- ✓ Para estas deficiencias existen varias soluciones como:

Constructivas

- ✓ Diseñar el digestor en dependencia del potencial de residuales que se tenga y sus características.
- ✓ Respetar lo establecido en el plano y utilizar los materiales adecuados.

Explotación

- ✓ Respetar la correcta alimentación según el volumen del digestor
- ✓ Capacitar a los operadores de la planta

En Cuba los digestores constituyen una valiosa alternativa para el tratamiento de los desechos orgánicos generados en las empresas agropecuarias, pues permiten disminuir la carga contaminante, mejorar la capacidad fertilizante del material, eliminar los malos olores y se genera una energía renovable denominada biogás, que es un gas combustible que puede utilizarse para cocer alimentos, calentar agua, generar electricidad, y obtener luz directamente usando lámparas de gas.

Un digestor está formado por 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.

El digestor presenta variedad de problemas en cuanto a todo su desarrollo, por eso en ocasiones no presenta buena eficiencia en la producción de biogás.



Otras deficiencias en la explotación de los digestores son:

- ✓ El digestor no tiene gas o el manómetro no indica presión.
- ✓ La llave principal está cerrada. (Abra la válvula.)
- ✓ Las bacterias no trabajan todavía correctamente. (Calcule el tiempo en que llenó el digestor). No puede ser menos de treinta días. Si tiene mal olor, detenga la alimentación. El pH es un parámetro que aporta información importante sobre el buen funcionamiento: debe estar entre 6,5 y 8,5. Si el pH es más bajo, alimente el digestor con una solución de lechada de cal, hasta restablecerlo. Si transcurridos 45 días el problema persiste, comuníquese con el especialista de EMISON.

Escape de gas

- ✓ Verifique con una solución jabonosa las posibles fugas y elimínelas

Llama de gas oscilante

- ✓ Las boquillas están sucias. (Límpielas.)
- ✓ La tubería está bloqueada por agua. (Elimine el agua accionando la válvula ubicada en la trampa de agua.)
- ✓ Excesivo consumo de gas o poca existencia.
- ✓ Diámetro incorrecto de las boquillas. (Adécuelo) (si nunca antes había usado el fogón).
- ✓ La distancia entre la llama y la cazuela es muy grande. (Ajuste la distancia.)
- ✓ No ha alimentado la planta. (Atiéndala adecuadamente.)

Llama muy pequeña

- ✓ La boquilla del quemador es muy pequeña. Debe abrir la boquilla entre 2 y 3 mm, para un fogón doméstico; y entre 5-7 mm, para fogón industrial.
- ✓ Diámetro de tubería extremadamente pequeño, utilizado en determinado tramo en la conducción del gas.



Capítulo III: Análisis de los resultados.

3.1 Base del Programa de Producciones Más Limpias.

Asegurar el compromiso de la gerencia y mediante esta, la colaboración de los empleados.

Para iniciar el desarrollo del Programa de Producciones Más Limpias y asegurar su ejecución, calidad y continuidad, se requiere que exista un compromiso de la máxima dirección de la empresa y sus organismos superiores. Si la iniciativa de desarrollar este programa proviene de la propia empresa, entonces su compromiso, en principio, ya estará asegurado.

Se considerará que el compromiso de la dirección ha sido asegurado cuando se alcancen las siguientes metas:

- ✓ Se cuenta con la aprobación de la dirección de la empresa para conformar un Comité de Producciones Más Limpias, con personal directivo y técnico de la empresa, responsable de coordinar las actividades de desarrollo del programa.
- ✓ Se ha nombrado a un directivo como responsable del Comité.
- ✓ Se han definido objetivos y metas del Programa y se han comprometido recursos humanos, financieros y otros requeridos.

Se han comunicado y difundido los objetivos y metas del Programa y se ha estimulado la participación de los trabajadores.

Creación del Comité de Producciones Más Limpias

Se debe garantizar desde el inicio, la creación de un Comité de Producciones Más Limpias al interior de la empresa, el cual debe contar con todo el apoyo administrativo, de forma tal que posea la capacidad de tomar decisiones que le permita gestionar las actividades de Producciones Más Limpias. Las funciones principales de este Comité serán:

CAPITULO III: ANALISIS Y RESULTADOS.



- ✓ Desarrollar, coordinar y supervisar todas las actividades referentes al Programa de Producciones Más Limpias.
- ✓ Identificar los obstáculos que podrían impedir el éxito del Programa en la empresa.
- ✓ Difundir regularmente los resultados y éxitos del Programa de Producciones Más Limpias, a fin de conservar, a largo plazo, el apoyo y el entusiasmo de la dirección y de todo el personal de la empresa.

El Comité debe tener carácter multidisciplinario y estará conformado por personal de la empresa, bajo la conducción de un responsable con la suficiente autoridad para poder tramitar la implementación de cambios en la empresa y para cumplir las siguientes funciones:

- ✓ Coordinar las actividades del Comité.
- ✓ Actuar como enlace entre el Comité y los niveles ejecutivos y operativos de la empresa.
- ✓ Asumir la responsabilidad de asegurar el logro de los objetivos y metas del Programa y de implementar las recomendaciones de Producciones Más Limpias.

Identificar obstáculos al programa de Producciones Más Limpias y proponer soluciones.

Una de las primeras actividades, tanto del Comité como del equipo de diagnóstico, es identificar los obstáculos que podrían impedir el éxito del programa en la empresa. En la Tabla 3.1 se ilustran ejemplos de obstáculos que el Comité y/o el equipo de diagnóstico puede enfrentar al inicio de un programa de Producciones Más Limpias, así como algunas de las posibles soluciones a tales obstáculos (Ver anexo H).

La Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia integrada de prevención a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia y reducirlos riesgos a la vida humana y al medio ambiente.



La Producción Más Limpia está dirigida fundamentalmente a evitar la generación de residuos y emisiones y a disminuir el consumo de materias primas, materiales auxiliares, agua y energía para contribuir así a la elevación del desempeño ambiental y económico de una organización (Rivera *et al*, 2002; Martínez *et al* 2005; Ochoa, 2007).

La implementación de este programa puede presentar algunos obstáculos, entre los cuales se destacan:

- ✓ La falta de conciencia ambiental.
- ✓ Una típica resistencia burocrática a introducir cualquier tipo de cambio.
- ✓ La falta de soporte empresarial por parte de los altos niveles de gestión.
- ✓ La falta de consenso dentro de la organización.
- ✓ La falta de información sobre las posibilidades y ventajas existentes en las Producciones Más Limpias.
- ✓ La falta de una tecnología apropiada.
- ✓ Aun existiendo y siendo asequibles, el desconocimiento de las tecnologías que se podrían aplicar.
- ✓ La falta de una tecnología adaptada a las necesidades y circunstancias específicas.
- ✓ El desconocimiento de las ventajas que las Producciones Más Limpias pueden representar para asegurar la continuidad empresarial.
- ✓ Incomprensión de la reglamentación.
- ✓ Prevención por parte de los responsables de investigación, desarrollo, ingeniería o producción.
- ✓ Un incorrecto control del programa una vez en ejecución y la falta de información sobre las ventajas que se van consiguiendo.
- ✓ Incorrecta asignación de los costos de tratamiento o disposición final que no permiten reflejar las ventajas económicas.
- ✓ Políticas de precios o subsidios para el agua, la energía, el vertido de residuos, etc. que distorsionan la situación comparativa.
- ✓ La falta de recursos financieros.



- ✓ La falta de internalización de los costos ambientales.

Algunas de las soluciones que podríamos mencionar ante los obstáculos anteriormente dichos son:

- ✓ Crear una amplia conciencia ambiental, donde incrementemos el conocimiento de cada persona a la necesidad actual.
- ✓ Eliminar las resistencias burocráticas y dar a conocer que los cambios son para favorecer nuestro desarrollo.
- ✓ Crear conciencia dentro de la propia organización sobre las posibilidades, ventajas y desventajas que trae consigo un cambio de esta índole dentro de la empresa.
- ✓ Crear varias sesiones donde se imparta información sobre las ventajas y dificultades que trae consigo la implementación de este Programa de Producción más Limpia.
- ✓ Buscar fondos económicos, para poder implementar los cambios con tecnología apropiada.
- ✓ Personal responsable y preparado para poner en práctica este programa y llevarlo a cabo sin dificultades ya en su ejecución, teniendo en cuenta las ventajas que se van consiguiendo con el tiempo.
- ✓ Tener personal capacitado para reflejar sin problemas de ningún tipo los costos de tratamiento o disposición final, para que no interfieran con las ventajas económicas que vamos a obtener.
- ✓ Hacer una evaluación económica sobre los gastos de energía, agua, vertido de residuos etc, para que no interfieran a la hora de buscar un enfoque comparativo.
- ✓ Establecer convenios con otras empresas, que nos proporcionen obtener recursos financieros.
- ✓ Tener conciencia y conocimiento acerca de los costos ambientales existentes a nivel internacional.



Utilización de residuales como biofertilizantes

A partir de la degradación de la materia orgánica se obtienen tres productos básicos: un fertilizante orgánico líquido, un fertilizante orgánico lodoso (del vaciado por mantenimiento de la planta) y el biogás.

Los fertilizantes ayudan al equilibrio de los elementos, como el nitrógeno, en la naturaleza así como a mejorar el rendimiento de los cultivos, de forma respetuosa con el medio ambiente. En zonas donde se aplican fertilizantes químicos importados, la disponibilidad de un fertilizante orgánico ayuda a independizarse de las importaciones siendo así más autosuficientes. Los suelos mejoran su condición, evitándose también la erosión.

Una planta de tamaño familiar, de un volumen aproximado de 8 a 10 m³ puede producir entre 1,5 y 2 m³ de biogás y unos 100 litros diarios de fertilizante, a partir del estiércol de 3-5 cabezas de ganado o 8-12 cerdos. Con este biogás, una familia de 6-8 miembros puede: cocinar 2-3 comidas o hacer funcionar un refrigerador todo el día y una lámpara durante 3 horas o alimentar un motor generador de 3 Kw durante una hora.

Los fertilizantes orgánicos tienen las siguientes ventajas:

- ✓ Permiten aprovechar residuos orgánicos.
- ✓ Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, así como la mejoran la capacidad de absorber agua.
- ✓ Suelen necesitar menos energía para su elaboración.

Pero también tienen algunas desventajas:

- ✓ Pueden ser fuentes de patógenos si no están adecuadamente tratados.
- ✓ Actualmente el consumo de fertilizantes orgánicos está aumentando debido a la demanda de alimentos orgánicos y sanos para el consumo humano, y la concienciación en el cuidado del ecosistema y del medio ambiente.



Sometiendo los residuales de la planta de biogás a un tratamiento químico podemos obtener un biofertilizante con muy buenas características físico-químicas que le ofrecen al suelo una perfecta gama de nutrientes, los cuales lo hacen más fértil a la hora del desarrollo de muchas plantas y frutas necesarias para el desarrollo del ser humano.

A diferencia de los fertilizantes los biofertilizantes son compuestos de materia orgánica que se aplican a los cultivos para su crecimiento y salud. Sus microorganismos constituyentes interactúan biológicamente con el suelo, las raíces y las semillas de las plantas, promoviendo el crecimiento de microflora que mejora la fertilidad del suelo. Debido a que los fertilizantes químicos causan un deterioro de la vitalidad del suelo a través del tiempo, los biofertilizantes son alternativas atractivas, beneficiando las cosechas y la tierra por igual.

El empleo de los biofertilizantes de la planta de biogás puede incrementar las cosechas hasta un 20 por ciento o más. Algunos campesinos en nuestras condiciones han obtenido hasta un 40 por ciento de incremento en cultivos como plátano, maíz y caña.

Un biofertilizante es un fertilizante orgánico natural que ayuda a proporcionar a las plantas todos los nutrientes que necesitan y a mejorar la calidad del suelo creando un entorno microbiológico natural. Los materiales vivos aumentan la fertilidad de los suelos; algunas bacterias de vida libre o simbiótica y algas verdeazuladas (cianobacterias) fijan el nitrógeno gaseoso, produciendo amoníaco, que liberan, lo que aumenta la fertilidad del suelo y el agua.

2009 - Glosario de Agricultura Orgánica de la FAO

Los biofertilizantes son un producto derivativo de muy buenos resultados, tanto para el consumo propio de la empresa que lo produce, como para la comercialización de este con otras empresas que lo necesiten para su propio desarrollo. Por lo que debido a sus características podemos ver los avances que nos puede traer para un futuro próximo y más próspero, también podemos observar el aumento que nos da él, en el rendimiento de las



cosechas donde se utilice, además del fortalecimiento que le da al suelo y la reducción de costos de producción, conjuntamente mejorando la sostenibilidad.

✓ Aumentando el rendimiento de las cosechas

Ya sea que una granja sirva para la subsistencia o con fines comerciales, el agricultor busca una cosecha grande y abundante. Con este fin, los biofertilizantes en los rendimientos medios de los cultivos aumentan en un 20 a 30 por ciento. De hecho, los científicos egipcios que experimentan con biofertilizantes en huertos de naranjas navel, reportaron aumentos en el rendimiento de más del 12 por ciento y el aumento de peso de las naranjas cerca del 50 por ciento. El apoyo científico para los biofertilizantes está creciendo.

✓ Fortaleciendo el suelo

Los biofertilizantes proporcionan apoyo benéfico para el suelo. Las cianobacterias acuáticas, por ejemplo, conceden hormona de crecimiento natural, proteínas, vitaminas y minerales para el césped. La azotobacteria, especialmente efectiva en donde se plantan leguminosas, se conoce por infundir la tierra con pesticida antibiótico. Los abonos naturales de esta especie reponen la capacidad fértil del suelo. Por otra parte, pueden fortalecer el suelo contra la sequía e inhibir la propagación de enfermedades del suelo como el pythium y la phytophthora, que puede seguir en la estela de lluvias fuertes.

✓ Reducción de costos de producción

Para obtener beneficios de la tierra, un agricultor tiene que invertir en ella. Además del trabajo duro, el agricultor debe comprar semillas, darle mantenimiento al equipo, comprar combustible y adquirir fertilizantes, entre otros gastos. El fertilizante es un artículo de insumo costoso, exigiendo 127 dólares por acre para el más alto grado de nitrógeno. Por el contrario, esparcir el estiércol de vaca en la misma proporción sólo costaría 47 dólares. Sin embargo, el estiércol puede requerir la compra de un aplicador diferente.

Los biofertilizantes se pueden aplicar de la misma manera que sus equivalentes químicos. Un estudio de caso del gobierno filipino ha demostrado recientemente que un agricultor puede ahorrar un 50 por ciento del costo de los insumos utilizando un biofertilizante.



✓ Mejorando la sostenibilidad

Aunque los fertilizantes químicos pueden tener un efecto temporal y saludable en un cultivo en términos de rendimiento, también tienen un efecto destructivo a largo plazo en el entorno de soporte del cultivo. Además de la erosión del suelo, los productos químicos pueden contaminar la cuenca. Esto, a su vez, daña al ganado, la fauna y la salud pública. Los biofertilizantes no dejan tal legado. De hecho, lo opuesto es lo cierto: fortalecen el perfil del suelo, dejan las fuentes de agua sin contaminantes y edifican el crecimiento de las plantas sin efectos secundarios perjudiciales.

✓ Impacto económico-ambiental.

Este biofertilizante tiene gran impacto económico-ambiental ya que el medio ambiente resulta ampliamente beneficiado porque se reduce la cantidad de emisiones de gas metano a la atmósfera. Esto resulta vital para el medio ambiente ya que el gas metano es un gas de efecto invernadero altamente superior al bióxido de carbono, permitiendo de esta manera disminuir sus efectos negativos en la atmósfera y aprovechar sus beneficios económicos y tecnológicos en el planeta.

Además nos ayuda con el aumento de la economía ya que se puede producir este biofertilizante y comercializarlo con otras empresas que lo necesiten para su propio desarrollo. Nos da la posibilidad de 'Hacer más con menos'.

Al final de la producción de biogás el biofertilizante no ha perdido ninguna de sus cualidades iniciales como abono de no perder estas cualidades tan imprescindibles para los cultivos. Es una implantación de negocio de larga duración que aporta una excelente rentabilidad y permite una diversificación en la fuente de ingresos.

3.2 Diagnóstico de Producciones Más Limpias

Los objetivos específicos de esta Producción más Limpia son:

Para la empresa

CAPITULO III: ANALISIS Y RESULTADOS.



- ✓ Incrementar sus beneficios económicos.
- ✓ Posibilitar el acceso a nuevos mercados.
- ✓ Reducir el riesgo de sanciones de la autoridad ambiental.
- ✓ Permitir la incorporación del concepto de mejoramiento continuo.
- ✓ Mejorar el control de los costos y la satisfacción de criterios de inversión.

Para los clientes

- ✓ Mostrar mayor confianza con una gestión de la calidad y ambiental demostrable.
- ✓ Incrementar la sustentabilidad del producto y su aceptación por el cliente.
- ✓ Aumentar de la vida útil del producto.
- ✓ Dar mayores cuidados en la disposición final del producto.
- ✓ Existir un estímulo para que la empresa piense más en el cliente y reducir el riesgo de esta de no satisfacer a sus clientes.

Para el medio ambiente

- ✓ Usar racionalmente las materias primas y otros insumos.
- ✓ Conservar los recursos naturales.
- ✓ Disminuir y controlar los contaminantes.
- ✓ Armonizar las actividades con el ecosistema.

Identificar las operaciones unitarias críticas

Una operación unitaria crítica, es aquella que tiene o puede tener impactos negativos importantes, sean éstos ambientales, productivos o económicos. La información desarrollada en las actividades precedentes es fundamental para evaluar las operaciones unitarias e identificar las que sean consideradas críticas para el diagnóstico de Producciones Más Limpias.

La selección de las operaciones unitarias críticas puede basarse en la importancia relativa de los siguientes criterios:



- ✓ Cantidad y costo equivalente en insumos de los desechos sólidos, líquidos o gaseosos generados por las operaciones unitarias, incluyendo el calor contenido en los flujos de desechos. y debe mostrar un detalle cuantitativo de entradas, salidas, residuos y pérdidas.

A partir del flujo productivo de la Empresa Genético de Porcino se identifican como operaciones unitarias críticas las siguientes:

- ✓ Transferencia de masa
- ✓ Materias Primas
- ✓ Operaciones físicas de acondicionamiento
- ✓ Reacciones químicas
- ✓ Operaciones físicas de separación
- ✓ Productos

Definir el enfoque del diagnóstico en base a las operaciones unitarias críticas identificadas

El enfoque del diagnóstico se refiere a la forma en la que el equipo de diagnóstico encarará el estudio detallado de las operaciones unitarias críticas, teniendo como meta la necesidad de identificar las causas que originan las deficiencias, pérdidas o generación de residuos, y por las que precisamente el equipo de diagnóstico las identificó como operaciones unitarias críticas. Para definir el enfoque del diagnóstico, se debe tomar en cuenta:

- ✓ El origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de las pérdidas o de las ineficiencias en el uso o transformación de materias primas, agua, energía y otros insumos.
- ✓ El origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de las pérdidas o de las ineficiencias en el manejo, envasado, almacenamiento y transporte, entre otros, de los productos.
- ✓ El origen, tipo, naturaleza, cantidad y valor de los residuos.
- ✓ Costo de la disposición de los desechos que no se reutilizan o no se comercializan.
- ✓ Posibilidad de aplicar medidas efectivas de Producciones Más Limpias.



En base al enfoque definido, el equipo de diagnóstico debe preparar un plan de trabajo para ejecutar el diagnóstico para ser propuesto al Comité de Producciones Más Limpias.

Al preparar el plan de trabajo mencionado, el equipo de diagnóstico debe buscar un equilibrio entre los deseos y las prioridades de la fábrica o taller; entre el presupuesto del diagnóstico y las posibilidades financieras de la empresa; y entre las experiencias y capacidades de los integrantes del equipo de diagnóstico. Asimismo, debe encarar y resolver otras posibles limitaciones que no permitan la elaboración de dicho plan en forma objetiva.

En este proceso productivo podemos encontrar diferentes residuales como: la excreta de los animales tanto porcino como vacuno, el agua residual, leña, y variedad de residuos agrícolas.

3.3 Estudio detallado de las operaciones unitarias críticas

Elaborar balances de masa y energía para las operaciones unitarias críticas

Para elaborar el balance de masa y energía de las operaciones unitarias críticas el equipo de diagnóstico deberá realizar las siguientes actividades:

- ✓ Establecer la función, el mecanismo y los parámetros (tiempos, temperatura, presión, y otros según corresponda) de funcionamiento de cada operación unitaria.
- ✓ Observar, con el detenimiento necesario, el funcionamiento de la operación unitaria bajo parámetros normales de operación, para entender el mecanismo operativo de la o las máquinas asociadas a dicha operación unitaria y las responsabilidades de los trabajadores. Entrevistarse con éstos para aclarar dudas y obtener información sobre formas de operar y otros aspectos específicos.
- ✓ Medir las entradas de cada operación unitaria. La medición de materias de entrada incluyen: el consumo de materia prima, agua, energía y otros insumos.
- ✓ Las mediciones de energía eléctrica se realizan en motores, resistencias o equipos que estén directamente relacionados con la operación unitaria.



- ✓ Medir las salidas de cada operación unitaria, incluyendo residuos y pérdidas cuantificables. La medición de materias de salida incluyen: la cantidad y tipo de productos y subproductos; la cantidad y características de los residuos sólidos; (incluye flujos y calidad de residuos). Combinar los datos sobre las entradas y las salidas de cada operación unitaria para obtener un balance preliminar de masa y energía. Se deberá identificar, verificar y corregir las diferencias o anomalías encontradas en cada balance, y detallar con más cuidado los balances que involucren desechos peligrosos o de alto costo.
- ✓ Determinar, por diferencia entre entradas y salidas, las pérdidas no identificadas y, por ende, no cuantificadas como parte de las salidas

Identificar causas de ineficiencias en el uso de las materias primas.

Además de describir las actividades de cada operación unitaria y de cuantificar sus entradas y salidas, es necesario identificar las causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes en las operaciones unitarias. Una ineficiencia típica es, por ejemplo, la pérdida de insumos, la cual puede ser cuantificada. Un flujo contaminante puede tener su origen en el desperdicio de materias primas u otros insumos, o en la pérdida de un producto intermedio o del producto final. La causa que origina el mencionado desperdicio podría ser, por ejemplo, el uso de un determinado insumo en cantidades superiores a las que se requiere para lograr el propósito deseado. Por otra parte, la diferencia de masas entre las entradas y salidas representa una pérdida de materia no cuantificada y, por ende, no detectada. La identificación de las causas que originan dichas pérdidas es una tarea que exige profundizar el estudio de los flujos de materia utilizados para obtener el correspondiente balance de materiales.

Las principales causas que pueden originar un proceso ineficiente y flujos contaminantes, normalmente están relacionadas con los siguientes factores:

- ✓ La calidad o las características de las materias primas e insumos.
- ✓ La naturaleza del proceso (y/o la de sus operaciones unitarias).

CAPITULO III: ANALISIS Y RESULTADOS.



- ✓ Las características de los equipos de producción.
- ✓ Los parámetros y las condiciones de operación de los equipos.
- ✓ Las especificaciones del producto.
- ✓ Los controles y la supervisión de las operaciones.
- ✓ La habilidad y la motivación de los trabajadores.

Para facilitar la identificación de las causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes, se procederá de acuerdo al siguiente procedimiento:

Primero, para cada operación unitaria, relacionar los flujos de salida de residuos con los flujos de los insumos de entrada, utilizando para ello los balances de masa y la cuantificación detallada de entradas y salidas.

- ✓ Salvo que sea obvio, determinar dentro de qué factor de los 7 anteriormente mencionados radicaría la causa que origina una determinada ineficiencia o flujo contaminante.
- ✓ Obtener indicadores o parámetros de operación estándar relacionados con el factor determinado.
- ✓ Identificar causas específicas, comparando dichos indicadores con indicadores obtenidos a partir de los balances de masa (por ejemplo, calculando consumos específicos en función de los volúmenes producidos o insumos consumidos); o comparando los parámetros estándar con parámetros medidos en el proceso de la fábrica.
- ✓ Comunicar al personal de la fábrica las causas identificadas, a fin de obtener su opinión y/o aceptación.

Plantear opciones de Producción Más Limpia.

Debido a que las prácticas de Producción Más Limpia no aseguran una eliminación total de los flujos de contaminantes, puede ser necesario plantear opciones de tratamiento, “al final



del proceso”, para estos efluentes. Para plantear opciones de Producciones Más Limpias, basadas en la primera prioridad, y sobre todo aquellas relacionadas con cambios operativos, de insumos, de tecnología u otros, se requiere que el equipo de diagnóstico tenga una amplia comprensión tanto del proceso en su conjunto, como de las operaciones unitarias que lo componen, incluyendo sus interrelaciones.

Esta comprensión se logra con una buena preparación del diagnóstico, investigación en el sitio, mediciones y discusión con los técnicos y los operadores. La experiencia de éstos, junto con la que se obtiene de otros procesos iguales o similares, bajo las mismas u otras condiciones o sitios, facilita el análisis, identificación y planteamiento de dichas opciones.

En apoyo a esta labor, se recomienda recurrir a información sobre implementación de medidas de Producciones Más Limpias, a partir de las siguientes fuentes:

- ✓ Estudios de caso de Producciones Más Limpias publicadas por el CIGEA del CITMA y otras y otras disponibles en revistas y bases de datos especializadas.
- ✓ Intercambio de criterios e información entre los miembros del equipo de diagnóstico y los trabajadores relacionados con la operación unitaria bajo investigación.
- ✓ Publicaciones industriales y técnicas relacionadas con la operación unitaria en cuestión.
- ✓ Fabricantes de equipos, proveedores de productos químicos y otros insumos.
- ✓ La propia experiencia del equipo de diagnóstico.
- ✓ Intercambio de experiencias con otras empresas y técnicos del sector gráfico.

Seleccionar las opciones a ser evaluadas en términos técnicos y económicos

Una vez planteadas las opciones de Producciones Más Limpias para mejorar la eficiencia de cada operación unitaria, el equipo de diagnóstico deberá plantear (no diseñar) las alternativas más apropiadas para su implementación, a fin de contar con información que facilite seleccionar las opciones viables y descartar aquellas cuya implementación no sea practicable.

CAPITULO III: ANALISIS Y RESULTADOS.



En este sentido, a partir de todas las opciones planteadas en el paso anterior, se deben seleccionar sólo aquellas opciones cuya implementación no presenten impedimentos obvios (sobre todo en términos técnicos), de acuerdo al siguiente procedimiento:

- ✓ Descartar las opciones imposibles de implementar o que, de manera obvia, se vea que no son ambientalmente adecuadas. La decisión de descartar una opción estará basada más en aspectos de carácter cualitativo (por ejemplo, la imposibilidad de acceder a un insumo propuesto) que cuantitativo (por ejemplo, rendimientos bajos, previsible en términos termodinámicos). Salvo que sea muy obvio, es preferible dejar los aspectos cuantitativos para la evaluación técnica que se describe en la siguiente etapa.
- ✓ Para las opciones no descartadas, se debe evaluar los posibles obstáculos internos o externos que impedirían o harían no atractiva su implementación.
- ✓ Por ejemplo, la falta de espacio físico para implementar una determinada opción debería ser considerada, primero, como un obstáculo y, si no existiese una solución posible, recién considerarla como una imposibilidad.
- ✓ Las opciones no descartadas podrán ser evaluadas en la siguiente etapa, tanto en términos técnicos (aspectos productivos y ambientales) como económicos.

Análisis de laboratorio del Genético 67 % de metano y 33 % CO₂

$$2\,864 \times 2,35 = 6\,730,4 \text{ kg}$$

$$220 \times 2,35 = 517 \text{ kg}$$

$$6\,730,4 - 517 = 6\,213,4 \text{ kg} \times 365 = 2\,267\,891,1 \text{ kg} / 1\,000 \text{ kg} = 2\,267,891 \text{ t}$$

$$\text{Metano } 67\% = 1\,519,48 \text{ t}$$

$$\text{CO}_2 \text{ } 33\% = 748,41 \text{ t}$$

Cálculo anual para saber la cantidad de agua que se gasta en la empresa:



Potencial

$$2\,864 \times 2,35 = 6\,730,4 \text{ kg}$$

$$6\,730,4 \times 3 = 20\,191,2 \text{ kg de agua}$$

Real 42m³

$$220 \times 2,35 = 517 \text{ kg}$$

$$517 \times 3 = 1\,551 \text{ kg de agua}$$

3.4 Evaluación técnica y económica

En términos generales, son cinco los estudios particulares que se realizan para evaluar un proyecto: viabilidad técnica, económica, legal, organizacional y financiera.

El objetivo de esta etapa es establecer la viabilidad de las opciones de Producciones Más Limpias seleccionadas en la etapa anterior, solamente en términos técnicos (aspectos productivos y ambientales) y económicos. La evaluación de aspectos legales, organizacionales y financieros se incluirá en este caso sólo como un medio de identificar obstáculos que podrían impedir o limitar la implementación de una opción en consideración.

Definir el tipo de evaluación.

El propósito de este paso es definir, para cada opción de Producciones Más Limpias seleccionada en la Etapa 3, lo siguiente:

- ✓ El tipo de evaluación (técnica y/o económica) necesaria para tomar una decisión sobre la viabilidad de la opción en consideración.
- ✓ La profundidad con la que se realizará una determinada evaluación considerada necesaria.



Evaluación técnica – Aspectos productivos.

El objetivo de esta evaluación es verificar la viabilidad técnica de implementar las modificaciones o cambios propuestos en la opción de Producciones Más Limpias, y proyectar los respectivos balances de masa. Las actividades a desarrollarse son:

Detallar los cambios técnicos necesarios para implementar cada opción de Producciones Más Limpias.

Este detalle de cambios técnicos incluye:

- ✓ Describir el diseño (en forma gráfica, textual y/o numérica) de los cambios propuestos, incluyendo tipo de equipos, diagramas de flujo, etc.
- ✓ Especificar la naturaleza, forma y cantidad de entradas y salidas de la operación unitaria, así como las nuevas condiciones operativas propuestas y sus posibles efectos e interrelaciones con el resto de las operaciones unitarias que componen el proceso productivo.

Determinar la factibilidad técnica de implementar los cambios requeridos por cada opción de Producciones Más Limpias.

La factibilidad técnica de los cambios se determina en términos de:

La viabilidad de los fenómenos involucrados en las operaciones unitarias:

- ✓ Naturaleza / termodinámica / rendimiento de los cambios físicos y/o de las transformaciones químicas contempladas en cada opción de Producciones Más Limpias.
- ✓ Dimensiones / resistencia de materiales.
- ✓ Presión / temperatura
- ✓ Otros.

La disponibilidad o accesibilidad a:



- ✓ Tecnología (materiales, equipo, maquinaria).
- ✓ Materias primas / agua / energía / otros insumos.
- ✓ Espacio físico / distribución física.
- ✓ Logística / servicios.
- ✓ Otros.

Las condicionantes que impedirían o limitarían la viabilidad técnica del cambio propuesto:

- ✓ Políticas / legislación vigente.
- ✓ Sociales / organizativas / laborales.
- ✓ Culturales.
- ✓ Financieras.

Proyectar balances de masa en base a los cambios propuestos.

La proyección de los balances de masa supone rehacer los balances iniciales con los datos que se están proponiendo en las recomendaciones del diagnóstico. Deben reflejar la situación futura que se está planteando.

La parte fundamental que el equipo de diagnóstico debe encarar durante la evaluación técnica relacionada con los aspectos productivos, es la viabilidad de los fenómenos involucrados en las opciones de Producciones Más Limpias planteadas y la disponibilidad o accesibilidad a tecnología e insumos, entre otros.

La parte fundamental de este análisis no debe ser realizada en forma aislada, es decir, será aconsejable diseñar y realizar cálculos procurando proyectar los efectos que tendría la opción propuesta sobre las condicionantes antes mencionadas, así como sobre la viabilidad relacionada con los aspectos ambientales y económicos. Sin embargo, esta proyección no siempre es fácil de visualizar, razón por la cual, incluso después de finalizada la evaluación económica, el equipo de diagnóstico se verá obligado a revisar esta parte de la evaluación técnica, por más de una vez en forma cíclica.

Una de las actividades más engorrosas de la evaluación técnica para el Equipo de



diagnóstico, y que consume un tiempo considerable, es la concertación con fabricantes y vendedores de materias primas y materiales, insumos y equipos para obtener información sobre especificaciones técnicas y precios. En este sentido, el equipo de diagnóstico deberá decidir si vale la pena pedir especificaciones técnicas detalladas (normalmente como parte de una cotización), o solamente obtener información por vía telefónica y/u otro medio electrónico, pero que con frecuencia no produce resultados satisfactorios. Sin embargo, a través de la experiencia, se puede fortalecer la comunicación con los proveedores, así como desarrollar un banco de datos, incluyendo costos, de diferentes tipos de materiales, insumos y equipos, para hacer que esta evaluación técnica sea cada vez más fácil.

Un caso particular que merece atención especial del equipo de diagnóstico es la condicionante financiera, la cual, y al margen de que la opción de Producciones Más Limpias pueda tener una alta rentabilidad, puede ser un obstáculo serio para su implementación, sobre todo cuando la empresa no dispone de recursos propios y no tiene acceso a créditos. En este caso, si la naturaleza técnica de la opción planteada requiere de una inversión cuyo monto no es accesible (por ejemplo, para adquirir un equipo o tener acceso a un servicio básico), se debe analizar la posibilidad de modificar dicha opción, a fin de viabilizar en términos financieros antes de ser descartada

Evaluación técnica – Aspectos ambientales.

El objetivo de esta evaluación es cuantificar la reducción en cantidad absoluta, concentración y peligrosidad, tanto de los insumos utilizados, como de los residuos asociados a las salidas de las operaciones unitarias modificadas. Para cuantificar y presentar los resultados de dicha reducción el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- ✓ Para cada operación unitaria y, si fuera el caso, para el proceso global, comparar los balances de masa actuales con los proyectados en base a las opciones de Producciones Más Limpias planteadas a fin de cuantificar las reducciones mencionadas, halladas en términos de cantidades, concentraciones y peligrosidad.



- ✓ Expresar estas reducciones en términos de indicadores de desempeño relacionados con la eficiencia en el uso de materias primas, energía y/u otros insumos. Los siguientes indicadores ilustran este concepto: la reducción en el uso de insumos por unidad de producto, expresado, por ejemplo, en kg de insumo/kg producto o Kwh. de consumo/kg de producto; y la reducción de residuos por unidad de producto, expresado, por ejemplo, en kg de residuo/kg de producto.
- ✓ El reciclaje, reuso y/o recuperación de residuos, como tales o transformados, y para los cuales se les puede encontrar o se les encontró un uso interno o externo a la fábrica o taller, o un mercado. Para expresar las cantidades recicladas, reusadas y/o recuperadas, se pueden utilizar indicadores similares por unidad de producto.
- ✓ Las opciones ambientalmente viables pueden ser calificadas como técnicamente viables y pueden pasar a ser evaluadas en términos económicos. Aquellas opciones con impactos ambientales previstos como desfavorables, deben ser descartadas.

Evaluación económica.

El objetivo de esta evaluación será determinar la factibilidad económica de las opciones de Producciones Más Limpias calificadas en el paso anterior como técnicamente viables.

A fin de facilitar la evaluación económica, se requiere establecer ciertos criterios económicos que permitirán analizar el beneficio económico que se obtendría de la inversión destinada a implementar las opciones de Producciones Más Limpias. Los criterios económicos mencionados, pueden establecerse en base a la aplicación de cuatro conceptos financieros.

Organizar las opciones de Producciones Más Limpias factibles en orden de prioridad, según los resultados obtenidos en las evaluaciones técnicas (productivas y ambientales) y económicas.

Realizar una selección final de las opciones de Producciones Más Limpias factibles, en base a un orden de prioridad. Para tal efecto, se debe aplicar un procedimiento basado en



criterios de prioridad, los cuales están constituidos por los propios criterios utilizados en la evaluación económica, junto con otros que surgen de las necesidades manifiestas de la empresa, y que pueden, incluso, hacer que aspectos operativos y ambientales se antepongan a los económicos en términos de prioridad.

Una vez realizada la selección final de las opciones de Producciones Más Limpias, éstas deben ser expresadas en forma de recomendaciones, señalando en forma clara, concisa, exacta y precisa las medidas específicas a ser implementadas por la empresa, la información básica que respalda las medidas propuestas, los beneficios económicos y ambientales que se derivarán de la implementación de tales medidas y los cálculos necesarios que justifican lo expuesto. Las medidas recomendadas deben ser presentadas en un informe de resultados del diagnóstico de Producciones Más Limpias, en el cual se incluyan indicadores productivos y de desempeño ambiental, entre otros.

Según tratado de Kyoto, se acordó hacer pagos de bonos por dejar de emitir metano y CO₂ a la atmósfera:

1 t de CO₂ ----- 500,00 USD

1 t de Metano ----- 12 t de CO₂

Análisis de laboratorio del Genético 67 % de metano y 33 % CO₂

$2\ 864 \times 2,35 = 6\ 730,4 \text{ kg}$

$220 \times 2,35 = 517 \text{ kg}$

$6\ 730,4 - 517 = 6\ 213,4 \text{ kg} \times 365 = 226\ 789,1 \text{ kg} / 1\ 000 \text{ kg} = 2\ 267,891 \text{ t}$

Metano 67 % = 1 519,48 t

CO₂ 33 % = 748,41 t

CO₂ = 748,41 x 500,00 = 374 205,00 USD

Metano = 1 519,48 x 12 = 18 233,76 x 500,00 = 9 116 880,00 USD

CAPITULO III: ANALISIS Y RESULTADOS.



Total de afectación económica por emitir gases contaminantes a la atmosfera:

$$374\,205,00 + 9\,116\,880,00 = 9\,491\,085,00 \text{ USD}$$

Cálculo para saber el ahorro económico de la planta actual del Genético de Porcino (42m³) anual.

$$220 \times 2,35 = 517 \text{ kg} \times 365 = 188\,705 \text{ kg}$$

$$517 \text{ kg} \times 365 = 188\,705 \text{ kg} / 1\,000 = 188,705 \text{ t}$$

$$\text{Metano } 67\% = 126,43 \text{ t}$$

$$\text{CO}_2 \text{ } 33\% = 62,275 \text{ t}$$

$$\text{CO}_2 = 62,275 \times 500,00 = 31\,137,5 \text{ USD}$$

$$\text{Metano} = 126,43 \times 12 = 1\,517,16 \times 500,00 = 758\,580,00 \text{ USD}$$

Total económico por dejar de emitir gases contaminantes a la atmosfera:

$$31\,137,5 + 758\,580,00 = 789\,717,5 \text{ USD}$$

Cálculo para saber cuánto se ahorra la empresa tanto mensual como anual en la sustitución de leña por biogás.

Sustitución de leña

Consumo

Compra de leña: \$ 350,00 mensual

Más: \$ 20,00 (20 litros mensuales de diesel por transportación x \$ 1,00)

MO: \$ 14,56 (2 obreros x 4 h x \$ 1,82)

Seguridad social: \$ 1,75



Vacaciones: \$ 1,32

Total: \$ 387,63 mensual

Anual: \$ 4 651,56

Consumo y gasto total de agua en la Empresa Genético de Porcino.

Consumo total de agua al año: 19 000 000 m³

Gasto de dinero anual por agua: \$1 500,00

220 x 2,35 = 517 kg

517 x 3 = 1 551 kg de agua recuperada en el digestor de 42 m³

1 551 kg / 1 000 = 1,551 t

19 000 000 m³ - 1,551 t = 18 999 998,4 m³ de agua recuperada

Si 19 000 000 m³ de agua al año consumen \$1500,00 anual entonces:

Por 18 999 998,4 m³ de agua recuperada dejan de consumir \$ 1 499,9

Resultados alcanzados en la empresa genético porcina de Cienfuegos, con la aplicación de los residuales al suelo, para obtener diferentes cultivos.

Se recuperan 20 hectáreas de tierra no productivas al emplear biofertilizante a partir de los residuales de salida de la planta de biogás. Estas producciones se destinan al consumo animal y humano, tanto en el comedor como para la venta a los trabajadores. Entre los cultivos podemos mencionar:

- ✓ Maíz
- ✓ Plátano
- ✓ Arroz
- ✓ Boniato
- ✓ Yuca



- ✓ Malanga
- ✓ Caña (para el forraje de los animales)
- ✓ King-grass (familia de la caña y destinado también al forraje de los animales).

Por concepto de poner a producir la tierra improductiva y obtener rendimientos superiores de un 20 % en las producciones agrícolas, la administración obtiene ganancias de 19 440 pesos por concepto de comedor y 8 590 pesos por atención al hombre. Lo que representa al año 28 030 pesos de ganancia. Por el uso del bio-fertilizantes (Ver anexo J).

3.5 Implementación, seguimiento y evaluación final.

Los objetivos de esta etapa son: hacer efectivo el programa de Producciones Más Limpias; verificar sus resultados; y promover la continuidad del programa.

Con la entrega del informe de diagnóstico, el manejo de las actividades del programa de Producciones Más Limpias se transferirá del equipo de diagnóstico al Comité de Producciones Más Limpias de la empresa. El Comité de Producciones Más Limpias de la empresa asumirá la responsabilidad de ejecutar los siguientes pasos:

- ✓ Establecer metas y preparar un plan de acción.

Las actividades a desarrollar por el comité de Producciones Más Limpias son:

- ✓ Establecer metas específicas para implementar las medidas de Producciones Más Limpias recomendadas.

Las bases para establecer las metas son:

- ✓ Los resultados del diagnóstico.
- ✓ Los estándares internos de productividad y eficiencia. Estos indicadores, entre otros, pueden ser por ejemplo: (Kg. cartón, papel o cartulina / Kg. de producto terminado). (KW-h. / Kg. producto terminado).
- ✓ La información histórica sobre las tendencias de generación de desechos o de consumo de materias y energía en los procesos de la empresa. Por ejemplo, kg residuos de papel / millar de modelos producidos.



- ✓ Los estándares externos referenciales de eficiencia relacionados con los procesos productivos de otras empresas del sector gráfico tanto nacional como internacional.

Es producente que las metas tengan, por lo menos, las siguientes características:

- ✓ Deben formularse de manera que sean alcanzables, pero sin sacrificar la eficacia de las mismas.
- ✓ Deben ser definidas en el tiempo (con fechas de inicio y fin).
- ✓ Deben ser mensurables; los indicadores deben permitir evaluar el avance del programa.
- ✓ Elaborar el Plan de Acción: Este plan debe incluir, para cada medida de Producciones Más Limpias recomendada, las metas y sus actividades programadas, los responsables de llevarlas a cabo y el presupuesto asignado. Más aún, el plan debe definir metas, actividades y responsables para realizar el seguimiento y la evaluación final de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas, incluyendo previsiones de presupuesto para este fin.

Implementar las medidas de Producciones Más Limpias recomendadas

En base al plan de acción, el Comité de Producciones Más Limpias debe desarrollar las siguientes actividades prioritarias:

Designar y/o contratar personal responsable de preparar un plan detallado para implementar las medidas de Producciones Más Limpias recomendadas. Este plan puede incluir, entre otros, la forma específica de implementar medidas sencillas de ahorro de agua y de energía; la selección de equipos; el diseño de modificaciones de las instalaciones; la planificación del presupuesto aprobado para las inversiones requeridas; la previsión y acciones respectivas en relaciónal posible paro temporal de la línea de producción; el personal responsable de la instalación, la mano de obra involucrada; y otros.



Ejecutar el programa de implementación de las medidas de Producciones Más Limpias, incluyendo pruebas preliminares. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas deben registrarse y evaluarse y, en base a ello, modificar y optimizar las operaciones unitarias vinculadas.

Capacitar personal operativo.

Poner en marcha la opción de Producciones Más Limpias implementada. Rol del Comité de Producciones Más Limpias: Durante la ejecución del programa de implementación de las medidas de Producciones Más Limpias recomendadas, el Comité de Producciones Más Limpias debe aplicar controles efectivos para asegurar el logro de las metas preestablecidas en el plan de acción. Con relación al equipo de diagnóstico, éste queda disponible para brindar aclaraciones y consejos al Comité de Producciones Más Limpias de la empresa, sólo en lo que concierne a los resultados del diagnóstico.

Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las medidas implementadas

El objetivo de este paso es comprobar, al cabo de un tiempo preestablecido en el plan e acción, los beneficios que proporciona cada una de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas.

Las actividades que el Comité debe realizar para el efecto, son:

Usar indicadores útiles y sencillos para evaluar los resultados de la implementación del programa de Producciones Más Limpias. Algunos ejemplos de indicadores útiles y sencillos, son:

- ✓ Porcentaje de reducción del consumo de materias primas, agua y/o energía, entre otros insumos, respecto a consumos históricos de la planta; y también, pueden expresarse en términos de la cantidad de materia y energía reducidas por unidad de producto.



- ✓ Porcentajes de reducción en la generación de residuos respecto a las cantidades de desecho históricos; y también pueden expresarse en términos de la cantidad de desechos que fue reducida por año o por unidad de producto.
 - ✓ Identificar y evaluar el posible efecto de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas sobre las operaciones unitarias vinculadas, a través de consultas con los trabajadores, encargados de producción, calidad, ventas, etc.
 - ✓ Elevar informes periódicos a la dirección de la Empresa y, de ésta, a los empleados.
- Rol del Comité de Producciones Más Limpias: Es aconsejable que el Comité de Producciones Más Limpias designe y/o contrate personal independiente para la evaluación final de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas, estableciendo términos de referencia basados en los indicadores utilizados para definir la eficiencia de las operaciones y la reducción de desechos. Asimismo, y como parte de los términos de referencia, es aconsejable que se definan los métodos a ser utilizados en las mediciones.

Con relación al equipo de diagnóstico, éste normalmente no tiene un rol directo en el seguimiento y evaluación final de las opciones de Producciones Más Limpias implementadas, salvo que se haya establecido un contrato independiente con la planta para este fin.

Sin embargo, al igual que en el anterior paso, el equipo de diagnóstico queda disponible para aclaraciones y consejos a la planta, sólo en lo que concierne a los resultados del diagnóstico, y siempre y cuando, éstos no requieran de una carga significativa de trabajo.

Asegurar la continuidad del programa de producción más limpia

El Comité de Producciones Más Limpias debe usar los éxitos logrados en la evaluación final de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas, para motivar y respaldar ante la gerencia de la empresa la continuidad del programa de Producciones Más Limpias en la misma.

CAPITULO III: ANALISIS Y RESULTADOS.



Asimismo, para dar continuidad al programa de Producciones Más Limpias, se deben identificar problemas asociados a la implementación de las medidas recomendadas, que no hayan sido resueltos, o mejoras que pueden ser introducidas en otras áreas de la empresa. En este sentido, las actividades que pueden ser encaradas como parte de una siguiente fase del programa de Producciones Más Limpias, incluyen:

- ✓ Operaciones unitarias que no fueron evaluadas en detalle.
- ✓ Las medidas de Producciones Más Limpias implementadas que no dieron los resultados esperados.
- ✓ Otras actividades de planificación y desarrollo técnico de la empresa (mantenimiento, adquisiciones, estudios de nuevos productos, y otros), que no formaron parte del diagnóstico de Producciones Más Limpias.

Conclusiones



Conclusiones

1. Se identificó las principales dificultades tanto constructivas como de explotación que presentan los digestores:

Constructivas:

- ✓ No realizar estudio de los suelos.
- ✓ No hacer estudio de factibilidad económico.
- ✓ Construir la planta de biogás a más de 300 m de donde se utiliza el biogás.

Explotación:

- ✓ No se ha capacitado a ningún operador.

Conjuntamente a ello se propusieron varias soluciones, como respetar lo establecido en el plano, realizar estudio de suelo y capacitar a los operadores de la planta.

2. Se aprovechó lo residuales de salida de la planta de biogás como biofertilizante, recuperándose así 20 hectáreas de suelo. Como resultado se obtuvieron cosechas con rendimiento superior al 20 %.
3. Se obtiene factibilidad económico , ambiental y social que tiene la sustitución de leña por biogás ya que desde el punto de vista económico se logró ahorrar un gasto de \$ 4 651,56 anuales ,también desde el punto ambiental se logró desaparecer la contaminación al medio ambiente que provoca la emisión de humo al ser quemada la leña desde temprano, y por último desde el punto de vista social se logró eliminar la exposición del trabajador a la combustión de la leña ya que la piel se afecta en gran medida , se reducen las horas de trabajo y conjuntamente a ello se le brinda el servicio de tener biogás a 3 de las casas más cercanas a esta empresa

Conclusiones

Conclusiones



4. Se logró hacer un análisis donde se supo que con esta planta de biogás se logra dejar de emitir a la atmósfera 62.275 t de CO₂, 126.43 t de Metano, lo que representa un total de 188.705 t que dejan de contaminar al medio ambiente.
5. Se identificó una metodología de trabajo sencilla y rápida que consta con 5 etapas dando pasos a seguir para la implementación correcta y exitosa de un Programa de Producción Más Limpia.

Recomendaciones



Recomendaciones

1. Aumentar en nuestro país el desarrollo de la construcción de plantas de biogás para dejar de contaminar el medio ambiente con gases como el metano y el CO₂.
2. Construir dos digestores nuevos de 400 m³, porque actualmente con el de 42 m³ y el de 100 m³ que se construirá este año se trata solamente el 3,6 % y 9,3 % respectivamente quedando para enviar a las lagunas un 86,1 % por lo que con estos dos digestores nuevos se trataría el 74,4 % de toda la excreta ,dejando así un pequeño rango de contaminación que sería el 12,7 % .
3. Comercializar el biofertilizante que se obtiene para así obtener nuevas ganancias económicas para la empresa.



Referencias bibliográficas

- Guzmán China, J. M. (2013). *Digestión anaerobia para el tratamiento del residuo orgánico*. Editorial Académica Española.
- Guzmán China, J. M. (2013). *Optimización de la digestión anaerobia*. Editorial Académica Española.
- Guardado Chacón, J. A. (2007). *Diseño y construcción de plantas de biogás sencillas*. Editorial Cubasolar.
- Impactos. (2014, Enero 10). <http://www.monografias.com/trabajos82/impacto-ambiental-proceso-construccion/impacto-ambiental-proceso-construccion.shtml#ixzz2rcdmMXet>.
- Romero Jiménez, A. M., & Costa Pérez, I. (2007). VALORACIÓN DE LAS PRINCIPALES CAUSAS QUE DESDE EL PUNTO DE VISTA CTS HAN FRENADO EL DESARROLLO DEL BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE CIENFUEGOS.
- Alvarado, E. (s.d.). *Guía de Producción Más Limpia para la producción porcina*. (AGA & Asociados – Consultores en comunicación.). Recuperado Abril 3, 2014, a partir de <http://www.mjoy.com/>.
- Guía de Producciones Limpias del Perú. Parte 02, (2002). Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual. <http://www.redpml.cu>
- Rensso, R. (s.d.). *Biodigestores recuperación de energía del estiércol planta de sacrificio Santa Rosa de Osos. Cooperativa Colanta Ltda – Medellín 2001*. Recuperado Mayo 29, 2014, a partir de about: blank.
- Mauricio Restepo Gallego. (s.d.). Producción Más Limpia en la Industria Alimentaria.
- Mendoza, L. C. (2013, Junio 13). *Diseño, construcción y puesta en operación de un biodigestor anaerobio continuo para el laboratorio de Ingeniería Química de la facultad de Ciencias Químicas de la universidad Veracruzana*. Veracruzana.
- Cortinas, C. (s.d.). *Minimización y manejo ambiental de los residuos solidos*. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos naturales y pezca. Instituto Nacional de Ecología.

Bibliografía



- Arabo, F. (2000). *Fundamentos de Tecnología Ambiental*. Madrid: S.A.P.T Publicaciones Técnicas.
- Frioni, L. (1999). *Procesos Microbianos*. De la fundación Universidad Nacional de Rio Cauto.: Argentina.
- Frocer. (2002). *Manuales sobre energía renovable. Biomasa*. Costa Rica.
- Hilbert, A. (2000). *Manual para la producción de biogás*. Instituto de Ingeniería Rural: INTA Castelar.
- Saavedra, M. (1999). *Biogás*. Universidad Técnica Federico Santa María sede Viña del Mar.
- D.C, Cristina. (2004). *Situación de los residuos sólidos en México*.

Anexos

Anexo A: Tabla 1. Composición química del biogás.

Elemento	%
Metano (CH ₄)	50-70
Dióxido de carbono (CO ₂)	30-50
Nitrógeno (N ₂)	0,5-3
Ácido sulfhídrico (H ₂ S)	0,1-1
Vapor de agua	Trazas

Anexo B: Tabla 2: Valores estándar de masa de los animales y producción de excretas.

Especies	Excreta diaria en función del peso del animal		Sólidos del estiércol fresco		Peso animales (kg)
	Estiércol	Orina	ST (%)	SV (%)	
Vacuno	5	4.5	16	13	135-800
Bufalo	5	4.5	14	12	340-420
Porcino	2	3	16	12	30-75
Ovejas/cabras	3	1-1.5	30	20	30-100
Gallinas	4.5		25	17	1.5-2
Humanos	1	2	20	15	50-80

Anexo C: Tabla No. 3: Contenido en ST y SV de los vegetales.

Material	ST (%)	VS (% de ST)
Paja de arroz	89	93
Paja de trigo	82	94
Paja de maíz	80	91
Hierba fresca	24	89
Jacinto de agua	7	75
Bagazo	65	78
Residuos vegetales	12	86

Anexo D: Tabla 4: Características de digestión de los residuos de criaderos de animales.

Sustrato	Formación Espuma / Sedimentación		Digestión	Tiempo de Retención recomendado (días)	Ratio gas comparado estiércol ganado
Estiércol vacuno	No	No	Muy estable	60-80	100%
+ 10% paja	Elevada	Ligera	Muy estable	60-100	120%
Estiércol porcino	Ligera a elevada	Elevada a ligera	Problemas de desestabilización (p.e. acidificación, será necesario estiércol vacuno para arrancar)	40-60	200%
+ 10% de paja	Pesada	Ligera		60-80	...
Estiércol de pollo	Ligera a elevada	Elevada	Funcionamiento lento, siendo aconsejable el uso de estiércol de ganado; peligro de desestabilización	80	200%
Estiércol de oveja o cabra	Media a elevada	No	Estable	80-100	80%

Anexo E: Parte Genético Porcino Cienfuegos.

Fecha: 17/2/2014

Parte Genético Porcino Cienfuegos.

Fecha: 17/2/2014

Tipos	Cantidad	Peso en kg	Estiércol kg/día Según literatura	Producción total en Kg Estierco día
Verracos	41	130-250	5.62	230
Reproductoras	405	180	5,4	2187
Crías	612	1,5-8,5	2,1	1285
Lechones	407	8-46	2,19	891
Lechonas	322	8-46	2,19	705
Cochinatos	394	46-100	5,01	1974
Cochinatas	357	46-100	5,01	1788
Pre-Cebas	326	6-10	1,22	398
Total	2864			9458

Fuente: Elaboración Propia.

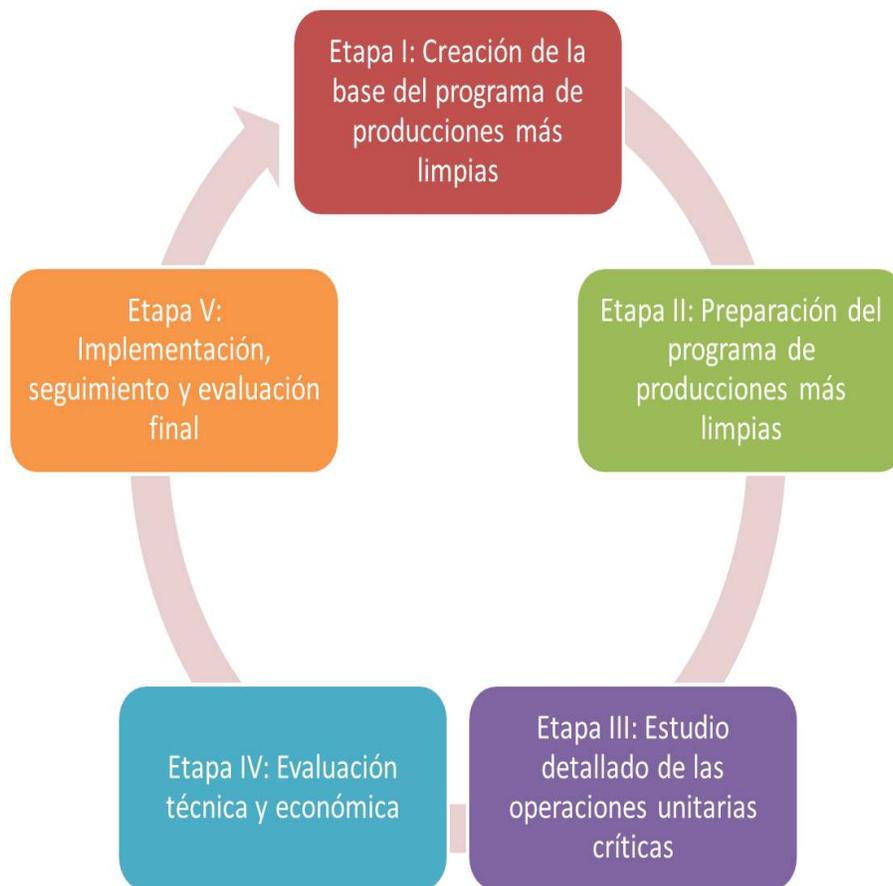
Anexo F: Producción diaria de excretas según el tipo de cerdo.

Producción diaria de excretas según el tipo de cerdo.

Etapa	Estiércol kg/día	Est + orina kg/día	Volumen m3/día
25-100 kg	2,3	4,9	0,25
Hembra	3,6	11	0,48
H. lactación	6,4	18	0,81
Semental	3	6	0,28
Lechón	0,35	0,95	0,05
Promedio	2,35	5,8	0,27

Anexo G: Metodología de procedimiento para la evaluación de impacto económico-medioambiental. Guzmán-Guzmán 2013.

**Metodología de procedimiento para la evaluación de
impacto económico-medioambiental. Guzmán-Guzmán
2013.**



Anexo H: Tabla 3.1 Ejemplos de obstáculos en la implementación de un programa de Producciones Más Limpias.

Obstáculos	Ejemplos	Posibles soluciones
De información	Se desconocen los beneficios de la Producción Más Limpia	Mostrar los beneficios de casos exitosos en otras empresas del mismo sector o de otros sectores institucionales
Resistencia al cambio	Falta de espíritu y/o práctica de trabajo en equipo	Interesar al personal mostrándole beneficios laborales, etc.
Tecnológicos	Incapacidad para transferir y/o adecuar tecnología	Mostrar ejemplos de empresas que han realizado exitosamente procesos de transferencia de tecnología aún cuando no sean del mismo sector
Financieros	Falta de recursos financieros y/o baja capacidad de acceso a crédito	Estimar las pérdidas económicas ocasionadas por las deficiencias existentes. Demostrar que las inversiones en Producciones Más Limpias son atractivas debido a los cortos períodos de retorno.

Anexo I: Necesidades de materiales por cada planta.

Anexos

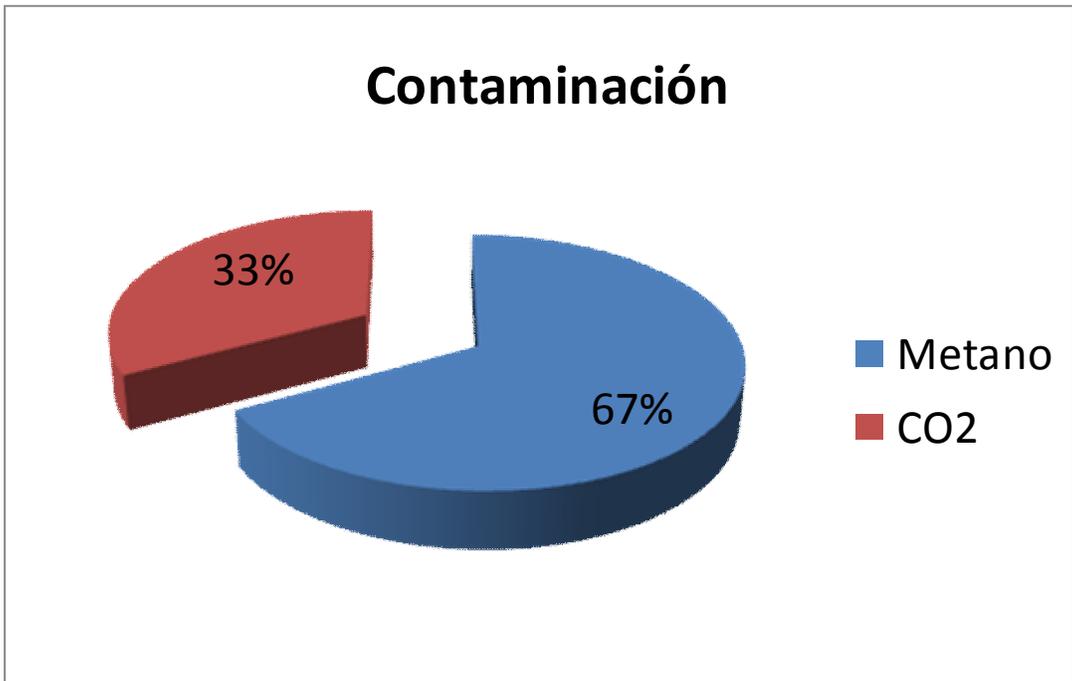


Materiales.	U/M	Necesidad de materiales por cada planta.				
		10 m ³	14 m ³	22,5 m ³	42 m ³	47 m ³
Cemento.	Bolsas.	25	35	50	120	130
Arena.	m ³	2	3	5	10	12
Gravilla.	m ³	1.5	2	4	8	10
Polvo de piedra.	m ³	4	4.5	6	18	18
Bloque de 15".	Unidad	230	250	410	820	1160
Ladrillo.	Unidad	670	700	1000	1800	2000
Tubos de PVC de ¾".	metros	50	50	50	50	50
Codo de ¾".	Unidad	8	8	8	8	8
Tee de ¾".	Unidad	1	1	2	2	2
Nudos de ¾".	Unidad	10	10	10	10	10
Llaves de paso de 1".	Unidad	3	3	3	3	3
Pegamento plástico.	Frasco	1	1	1	1	1
Cabilla de ½".	tm	0.03	0.03	0.07	0.075	0.08
Número máximo de cerdos por Biodigestor.		54	78	125	220	260

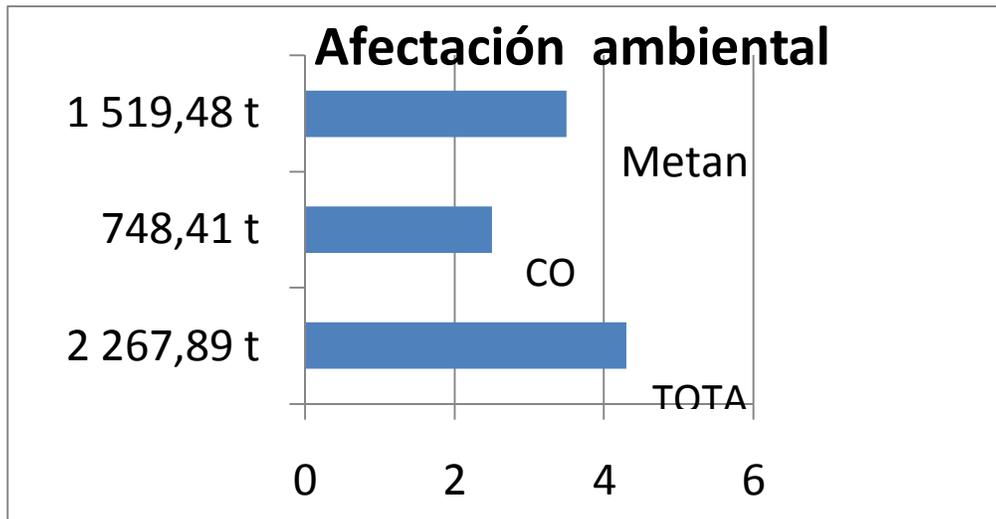
Anexo J: Rendimiento del cultivo.

Maíz	11 quintales x cordel
Arroz	3 quintales x cordel
Boniato	5 quintales x cordel
Yuca	8 quintales x cordel
Plátano	8-10 quintales x cordel
Malanga	Por Cosechar

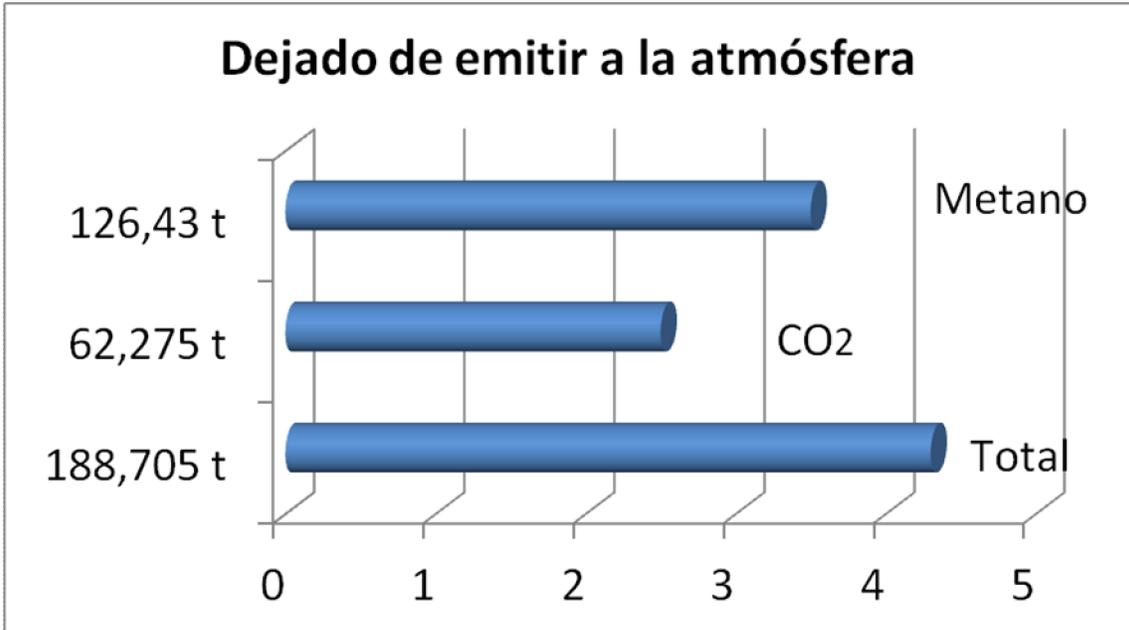
Anexo K: Contaminación (Potencial)



Anexo L: Afectación ambiental (Potencial)



Anexo M: Dejado de emitir a la atmósfera (Real, planta de 42 m3)





Anexo N: Avals

IV SIMPOSIO ECONVIDA 2013

Se expide el presente
CERTIFICADO

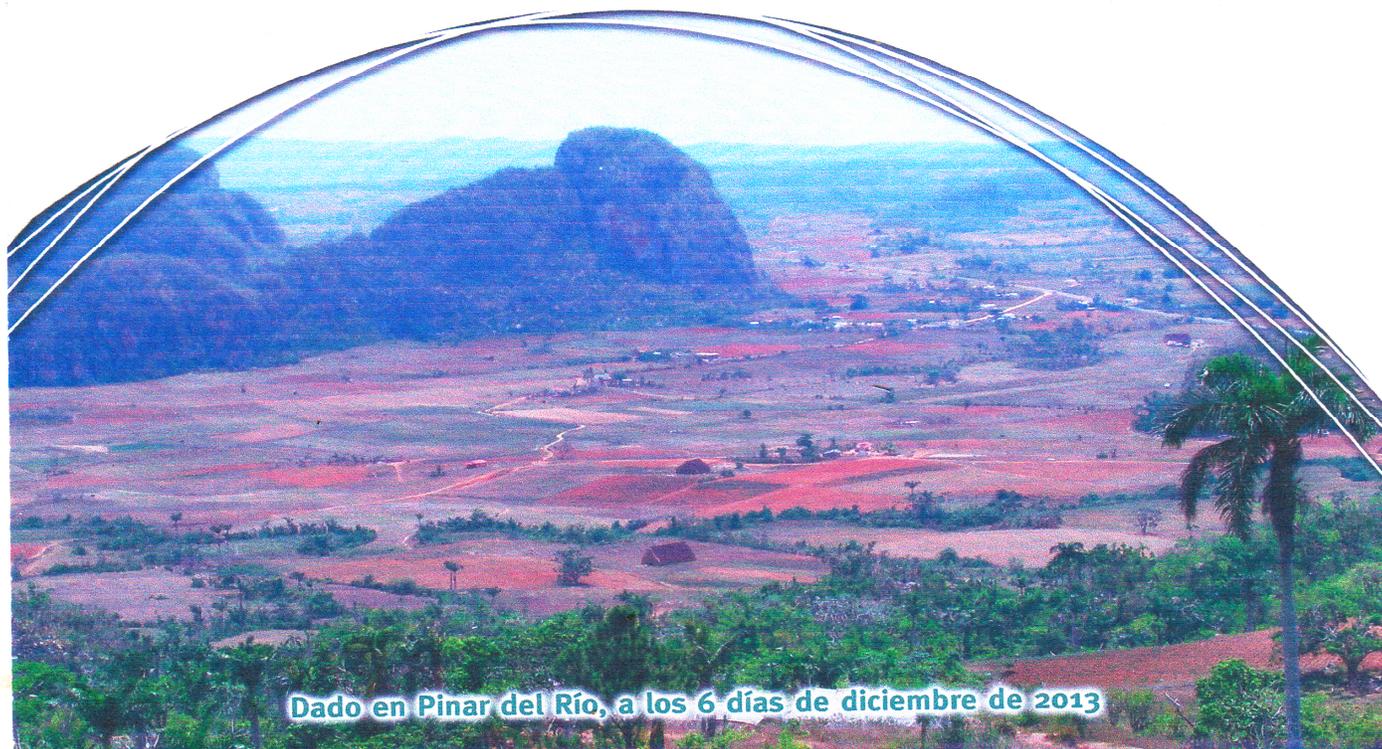
A favor de: Lisnacy Santana Acea.

Por su participación como autor de la PONENCIA titulada:

Eficiencia del digestor y empleo de los resultados, un impacto económico ambiental.

Magdiel Villate Gómez

Dr.C. Magdiel Villate Gómez
Presidente del Comité Organizador



Dado en Pinar del Río, a los 6 días de diciembre de 2013

AVAL

Cienfuegos, 21 de Mayo de 2014.

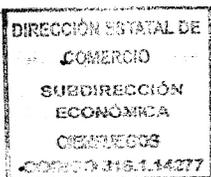
Año 56 de la Revolución.

Certificamos que el estudiante universitario Lisnalcly Santana Acea, realizo su proyecto de tesis con el tema: **Principales deficiencias detectadas en la explotación del digestor y tratamiento de los residuales de salida de la planta de biogás, su impacto económico-ambiental, en la empresa Genético Porcino de Cienfuegos**, durante el periodo septiembre 2013 a mayo 2014, como parte del proyecto de investigación científica que viene desarrollando un equipo de trabajo auspiciado por la Universidad de Cienfuegos y Cuba-solar en la provincia de Cienfuegos. Que además, su trabajo sirvió como aporte al desarrollo de la energía renovable en el territorio (Empresa Genético Porcino), por lo que consideramos justo reconocer el trabajo realizado y el resultado científico, económico y social que ha prestado.

Para que así conste, se firma la presente.



Dr. C. Jesús M. Guzmán China
Jefe Proyecto Investigación
Universidad Cienfuegos.

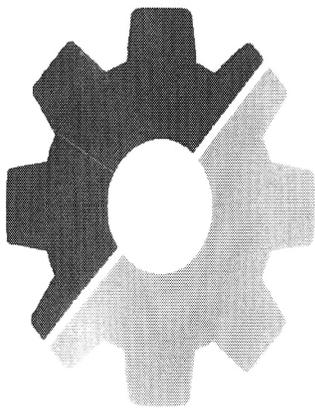


Msc. Inocente Costa Pérez,
Presidente Cuba-solar.
Provincia Cienfuegos.

Anexos



Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"
Facultad de Ingeniería



MECÁNICA

El Comité Organizador del Evento otorga el certificado de participación)

como

PONENTE

Ponencia: *Eficiencia del digestor y empleo de los residuales. Un impacto económico ambiental.*
Autores: *Lisnaley Santana Acea*

Cienfuegos, 5 de junio del 2014.

UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS

Carlos Rafael Rodríguez

MSc. *Juan Pedro Retana Aguilera*
Presidente Comité Organizador del Evento

EVENTO CIENTÍFICO ESTUDIANTIL
Y
FORUM DE BASE DE CIENCIA Y TÉCNICA

bajo el lema

"POR UNA INGENIERÍA INNOVADORA Y SOSTENIBLE"

en saludo al DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE

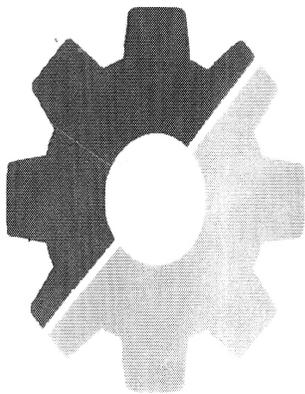
"El problema de hoy ya no es cuestión de ideologías, sino de supervivencia de la especie.
El cambio hoy no es un deseo ni un ideal de deseos, es una necesidad vital"

Indel Castro Ruz





Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"
Facultad de Ingeniería



MECÁNICA

El Jurado de la Comisión del Forum de Base de la
Facultad de Ingeniería premia como trabajo:

RELEVANTE

Ponencia: *Eficiencia del Digestor y empleo de los
residuales. Un impacto económico ambien-
ental en la Empresa.*
Autores: *Luzmary Santana Acea.*

Cienfuegos, 5 de junio del 2014.

UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS
Carlos Rafael Rodríguez

DECANO FACULTAD
DE INGENIERÍA

MSc. Juan Gabriel Noa Aguila

Presidente Comité Organizador del Evento

EVENTO CIENTÍFICO ESTUDIANTIL Y FORUM DE BASE DE CIENCIA Y TÉCNICA

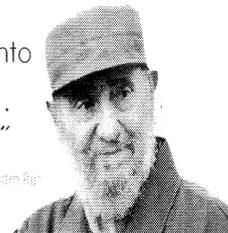
bajo el lema

"POR UNA INGENIERÍA INNOVADORA Y SOSTENIBLE"

en saludo al DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE

"El problema de hoy ya no es cuestión de ideologías, sino de supervivencia de la especie.
El cambio hoy no es un deseo ni un ideal de deseos, es una necesidad vital"

Ferni, Castro Ruz





AVAL SOBRE TRABAJO REALIZADO.

1. AVALA

Gaspar Lemus Guerra, Director General de la UEB Genética Porcina de Cienfuegos.

2. DATOS SOBRE ESTUDIO REALIZADO

TITULO: Principales deficiencias detectadas en la explotación del digestor y tratamiento de los residuales de salida de la planta de biogás, su factibilidad económico-ambiental, en la empresa Genético Porcino de Cienfuegos.

AUTOR: Lisnaicy Santana Acea

TUTOR: Dr. C. Jesús Manuel Guzmán Chinaea

3. ACTUALIDAD

Actualmente existe en el mundo un renacer de las energías renovables, las cuales son de vital importancia para el desarrollo sostenible de nuestro planeta. Las mismas son inagotables, limpias y se pueden utilizar de forma auto gestionada (ya que se pueden aprovechar en el mismo lugar en que se producen). Además tienen la ventaja adicional de complementarse entre sí, favoreciendo la integración entre ellas. La implementación a gran escala de la obtención de energía, mediante los desechos de origen animal y vegetal, es uno de los proyectos que desarrolla en la actualidad el Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) para aminorar la explotación de los recursos energéticos no renovables.

De ahí el gran reto del sector agropecuario de diseñar nuevos proyectos que permitan explotar todas las potencialidades existentes, incrementar sus ingresos, en aras de ahorrar recursos económicos al país y al mismo tiempo satisfacer la creciente demanda de alimentos de la población, pero sin poner límite



a la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

La tecnología para generar el biogás y explotar su energía es ampliamente empleada en los países centroeuropeos, a implantación de este modelo de negocio supone ser un gestor de residuos y un productor de energía eléctrica en régimen especial, además de poder aprovechar la energía térmica generada y de no perder las cualidades del biofertilizante tan imprescindible para los cultivos. Es una implantación de negocio de larga duración que aporta una excelente rentabilidad y permite una diversificación en la fuente de ingresos.

La estrategia energética de Cuba se dirige hacia una energía limpia, segura y sustentable, o lo que es lo mismo hacia las fuentes renovables de energía. Por ello, hoy constituye una prioridad el estudio de las inversiones en las tecnologías necesarias para la explotación de estas fuentes renovables, a fin de preservar las conquistas alcanzadas por la revolución.

La presente investigación titulada Principales deficiencias detectadas en la explotación del digester y tratamiento de los residuales de salida de la planta de biogás, su factibilidad económico-ambiental, en la empresa Genético Porcino de Cienfuegos tiene como **problema científico**: ¿Cuál es la factibilidad económico ambiental de los residuales en una correcta explotación de una planta de biogás en la Empresa Genético Porcino de Cienfuegos? **Objetivo General**: Estudiar la mejora de la producción de biogás a partir de una correcta explotación del digester, evaluando el efluente y su factibilidad económico ambiental.

4. ESTRUCTURA

La Tesis está adecuadamente estructurada respondiendo a los objetivos trazados; presenta una razonada secuencia en la comprobación teórico práctico de la hipótesis que dan respuesta a la solución del problema planteado.



5. NOVEDAD

Con la aplicación en la Empresa Genético Porcino de dos nuevos digestores con una excelente eficiencia se contribuye a garantizar un desarrollo sostenible de la empresa, también a mejorar a más de un 80 % la contaminación hacia el medio ambiente que existe actualmente y da paso a nuevos proyectos que garanticen el desarrollo sostenible de estas plantas(biogás) de tratamiento para los residuales porcinos.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con la realización del proyecto en estudio en la UEB Genética Porcina de Cienfuegos se obtienen ahorros generados por concepto de comedor en la sustitución de leña por biogás como el ahorro de: \$ 387,63 mensuales y \$ 4 651,56 anuales.

6.- VALOR CIENTÍFICO DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones acreditan el trabajo científico efectuado.

7.- BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía utilizada es amplia, actual y de fuentes autorizadas.

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA
EMPRESA GENÉTICA PORCINA
UEB CIENFUEGOS
DIRECCIÓN

Gaspar Lemus Guerra

Director General de la UEB Genética Porcina de Cienfuegos.