

**APROVECHAMIENTO DE LOS BIODIGESTORES PARA LA ELABORACION
DE ABONO EN EL MUNICIPIO DE SIBATE**

DIEGO ALBERTO CULMA OTAVO
Estudiante Tecnología en Logística

YUVILISNEYDY MARTINEZ RODRÍGUEZ
Estudiante Tecnología en Logística

SEMILLERO FÉNIX

III JORNADA DE INVESTIGACIÓN INNOVA
“RETOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA DE CUNDINAMARCA”

ASESORA:

ING. DIANA MARIA PRIETO SANABRIA
Líder Investigadora Semillero Fénix CRS
Ingeniera Industrial – Especialista en Diseño de Ambientes de Aprendizaje

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
CENTRO REGIONAL SOACHA
OCTUBRE 2016

Contenido

REPRESENTANTE.....	3
AUTORES	4
PROBLEMA DE INVESTIGACION	5
PROBLEMA DE INVESTIGACION	6
INTRODUCCION.....	8
OBJETIVOS.....	11
GENERAL:	11
ESPECÍFICOS:	11
JUSTIFICACION.....	13
ASPECTO METODOLÓGICO	14
TIPO DE ESTUDIO.....	18
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:	19
INDICADORES	22
CONCLUSIONES.....	23
HALLAZGOS	24
REGISTRO FOTOGRAFICO.....	26
LISTA DE REFERENCIAS.....	29

REPRESENTANTE



DIANA MARIA PRIETO SANABRIA

Ingeniera Industrial

Campo de Ingenierías – Tecnología en
Logística

SEMILLERO FENIX

Centro Regional Soacha

diana.prieto@uniminuto.edu

3125726296

AUTORES



DIEGO ALBERTO CULMA OTAVO

Estudiante

Campo de Ingenierías – Tecnología en
Logística

Centro Regional Soacha

SEMILLERO FENIX

dculmaotavo@uniminuto.edu.co

Culma.50@gmail.com

3002402763



YUVILISNEYDY MARTINEZ RODRIGUEZ

Estudiante

Campo de Ingenierías – Tecnología en
Logística

Centro Regional Soacha

SEMILLERO FENIX

ymartinezr9@uniminuto.edu.co

yvis69@hotmail.com

3143365571

PROBLEMA DE INVESTIGACION

Este proyecto se implementó para ayudar a los fresicultores de la Vereda San Miguel del municipio de Sibate, con el fin de aprovechar los desperdicios orgánicos, motivando la utilización de los mismos para la elaboración de abono orgánico, una prioridad de concientización fue que ellos pudieran ver los residuos orgánicos, como fuente de beneficios y renovación de suelos. Uno de los problemas a nivel global es el impacto ambiental y la contaminación que casan el mal manejo de los residuos, con este proyecto se busca plantear una alternativa para disminuir la influencia de estos al daño ambiente y así ayudar al planeta, además ayudar a que los suelos reciban abonos de alta calidad sin tener la necesidad de utilizar componentes químicos como es lo acostumbrado.

PROBLEMA DE INVESTIGACION

Igualmente la ejecución de una aplicación científica-práctica, revisando la incorporación e implementación de los biodigestores a nivel nacional, como una estrategia de generación de energías limpias y productos agropecuarios utilizando la logística inversa (aprovechamiento de los desperdicios generados después de un proceso) , pretende resaltar el trabajo en un contexto social y de conciencia ambiental, pues muestra cómo aprovechar la materia orgánica generando estrategias frente al reciclaje de la materia orgánico. Este proyecto lo enfatizamos en disminuir notablemente el desperdicio de alimentos y demás materiales, como las experiencias expuestas en Bolivia, en donde este recurso se convirtió en una estrategia exitosa para generar abonos orgánicos a bajo costo y disminuir los impactos en el ambiente cuando se generan elementos que no pueden retornarse nuevamente a la parte productiva de un proceso.

A continuación encontrarán como producto final la creación de abono orgánico por medio de un biodigestor a escala en un tamaño pequeño, diferenciado al convencional, en el cual se realizó un proceso descomposición través de biomasa y compostaje para producción de abono, esto con el fin de restaurar los suelos sin necesidad de utilizar fertilizantes, puesto que ellos dañan los suelos donde se cultivan las fresas las cuales son la mayor fuente de ingresos en dicha zona. Con la implementación de estos prototipos, se quiere dar a conocer una alternativa natural para la recuperación, preparación y mantenimiento de los suelos, que sea amigable con el medio ambiente y al mismo tiempo

económica para los cultivadores de fresa, mostrándoles los beneficios que se obtienen si se establece un método de renovación y recuperación de suelos.

INTRODUCCION

Debido al cambio e impacto ambiental que se ha generado en nuestro planeta, se busca plantear alternativas para disminuir el impacto de los diferentes contaminantes. Los combustibles actuales parten del uso de los recursos fósiles, los cuales ya se están agotando y todos los desarrollos tecnológicos se adaptaron al uso de los mismos; son elementos a nivel industrial se están reconsiderando para poder tomar otras alternativas de energías renovables limpias que contribuyan a la mejora de las condiciones ambientales. El adaptar alternativas de energía sostenible, se convierte en el principal objetivo para tratar de incluir a bajo costo, soluciones desde las diferentes áreas a nivel industrial, especialmente desde las zonas rurales de nuestros municipios vecinos (Soacha, Sibate, entre otros).

Al realizar un análisis de la situación actual en los municipios sujetos del estudio mencionados anteriormente, los Biodigestores son conocidos pero poco implementados, encontrando solo de cinco a seis equipos de esta índole instalados. Se encuentra de estos prototipos, funcionan solamente de uno a dos, produciendo solo abono, por las dificultades encontradas en el clima para contribuir a la producción de este combustible.

La tecnología existente en empleo de Biodigestores, parte de tamaños aproximados de 10 x 1 metros, exige la construcción civil y el destino de recursos elevados, además la falta de seguimiento a los prototipos implementados. El éxito en la utilización de Biodigestores es el lograr el aprovechamiento de los residuos orgánicos en las fincas y

lugares donde sea instalada esta tecnología, contribuyendo con la generación de energías limpias (gas – metano) y productos como el abono, aportando en factores ambientales y económicos.

Actualmente se cuenta con Biodigestores implementados y funcionando en la zona cafetera, parte de Cundinamarca y a nivel experimental (6.000 unidades instaladas aproximadamente), según Oswaldo Zuluaga, en el mismo número de fincas auto sostenibles a nivel nacional. La mayoría de estos equipos, se encuentran subutilizados por los propietarios de las fincas en donde se encuentran instalados, a pesar que se tiene documentación e investigación sobre la forma de elaborarlos y de cargarlos; no se tiene un análisis específico sobre como intervenir la biomasa para hacer más efectivo el proceso de producción anaeróbica de gas y abono orgánico. En los municipios de Soacha y Sibate, teniendo en cuenta que la implementación de esta tecnología es más económica y se presta para cubrir las necesidades de nuestra población rural, específicamente se busca implementar prototipos de menor tamaño para poder optimizar la descomposición interna de los desechos orgánicos (biomasa) de 60 días a 30 o menos días. Camino al Campo. (2012, 09, 05). Biodigestores [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=u09HmqgaVps>.

En esta investigación se presentó otro tipo de tecnología renovable dentro del proceso de aprovechamiento de los desechos orgánicos en sectores rurales, lugares dedicados a la transformación de este material en energía y otros elementos que no impacten al ambiente. Para esta transformación de materiales, se utiliza un biodigestor, a diferencia de los biodigestores convencionales, el tamaño y los materiales empleados

sean de fácil acceso y lo procesado dentro de ellos, serán biomásas por la forma de tratarlas, garantizarán producciones de gas y de abono en una escala mayor a los productos que procesan los biodigestores de gran escala. El trabajar con biomásas que incluyan en su componente bacterias que actúen en ausencia de oxígeno, es otra de las propuestas trabajadas, esto garantizará en un futuro la comercialización de una biomasa inicial propia al mezclarse con los residuos orgánicos, para garantizar y brindar mayores resultados en los prototipos diseñados a menor escala.

OBJETIVOS

GENERAL:

Implementar biodigestores a escala de 50 a 1000 litros para la generación de gas y abono, a partir de materiales orgánicos y compostaje aparte de desperdicios generados por la industria, teniendo en cuenta el contexto directo y los beneficios ambientales que traería para nuestra comunidad.

ESPECÍFICOS:

1. Ajustar varios prototipos cumpliendo con todas las condiciones de seguridad para procesar las diferentes biomásas, en la generación de gas y abono que permita ser empleado en generación de energía y abono orgánico de cultivos.
2. Generar una biomasa con todas las condiciones físicas y químicas garantizando una producción eficiente de gas y abono para ser empleados en las zonas rurales de nuestro departamento, contribuyendo en costos y reduciendo el impacto ambiental existente en la actualidad en el sector rural de nuestro municipio y nuestro departamento
3. Transferir el conocimiento adquirido en la investigación realizada a la comunidades estudiantil y campesina, mediante capacitaciones para poder implementar el

prototipo de Biodigestores y las biomasas de manera exitosa en el entorno rural en varios de los municipios que rodean nuestra institución educativa (Soacha, Sibate, entre otras).

JUSTIFICACION

En el sector rural del municipio de Sibate, se deben implementar diferentes estrategias que surjan de las optimizaciones de los recursos orgánicos generados de forma masiva en el sector productivo. Además de contribuir directamente en la conservación del ambiente y de generar una forma innovadora de abono orgánico, que beneficie la recuperación y fertilidad del subsuelo y mejore de manera significativa la calidad de los cultivos en el sector rural a bajos costos, lo que beneficia a toda la cadena de producción.

Uno de los elementos obtenidos en este proceso de transformación de materiales es un compostaje de excelente calidad, que contribuye a la mejora de suelos a bajo costo, es producido a partir de la biofermentación anaerobia de la materia orgánica, el cual se ha convertido en los últimos años en una de las alternativas más atractivas utilizando residuos vacunos u otros, ha tenido un crecimiento en los últimos años. El uso de tecnologías alternas, garantiza que a bajos costos, se pueden recuperar algunos de los agentes contaminantes de los desechos orgánicos y se incorpore nuevamente como materia prima disminuyendo el impacto ambiental, al disminuir el vertimiento de elementos contaminantes.

ASPECTO METODOLÓGICO

Actualmente en el desarrollo de este proyecto, se han presentado tres fases de desarrollo. La primera fase se trató de la generación de la estructura del proyecto propuesto, haciendo análisis de la información consultada para iniciar la respectiva clasificación y delimitación del tema a investigar, trabajo con el prototipo de Biodigestores con la concepción de diseño, acorde a las condiciones actuales encontradas en las zonas rurales de nuestra geografía.

En esta fase podemos aportar que los prototipos a menor escala (de 20, 50 y 100 litros) funcionan, pero para hacer más óptima la generación de abono, se requiere de una biomasa que en la misma concentración de los prototipos propuestos, genere la misma cantidad de productos que los biodigestores convencionales (mayores a los analizados en su tamaño, estimado en 100 X 200 X100 cm³), en temperaturas en las cuales nos encontramos en nuestros municipios.

La segunda fase buscó incorporar la investigación directamente en las zonas rurales adaptando prototipos de 1000 litros de capacidad y analizó directamente la biomasa adecuada con incorporación de microorganismos en ausencia de oxígeno (proceso anaeróbico), que permita el proceso en menos tiempo del requerido en la descomposición (de 60 días a 30 días).

Para llevar a cabo los objetivos de la investigación propuesta, contamos con la colaboración de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, el SENA–Tecnoparque Cauca (Ing. Oscar Robayo), asesores metodológicos (Lic. Melisa Zambrano, Ing. David García), los propietarios de las seis fincas seleccionadas en el Municipio de Sibate (Sr. Gustavo Sarmiento, Sr. Manuel Velandia, Sr. Nepomuceno Sandoval, Sra. Joanna León, Sra. Emilia Gantivar, Sr. Martín Peñaloza), Finca el Triunfo, Uniminuto (Ingeniero Alejandro Mendoza) y los directamente involucrados en el proceso de investigación, los estudiantes integrantes del Semillero de investigación Fénix, los cuales realizaron diferentes intervenciones para llevar a cabo y con análisis de resultados para la segunda fase del proyecto.

En la tercera fase se intervinieron los biodigestores los cuales contienen la biomasa para la elaboración del abono y generación del fungicida orgánico que se va a utilizar para la restauración del suelo. En esta fase también se capacitó a los agricultores en cuanto al beneficio de la implementación de biodigestores en sus fincas al causar impacto socio-ambiental reestructurando los métodos convencionales y dando a conocer que este nuevo proceso puede evitar en los suelos y los trabajadores daños a largo plazo.

En este proyecto se presenta cómo se puede buscar otro tipo de tecnologías renovables dentro del proceso de aprovechamiento de los desechos orgánicos en sectores rurales, espacios dedicados a la transformación de material orgánico en energía y otros elementos que no impacten al ambiente de manera negativa. Para esta transformación de materiales, se propone el utilizar un biodigestor, a diferencia de los biodigestores convencionales, el tamaño y los materiales empleados sean de fácil acceso y lo procesado dentro de ellos, serán biomasa que por la forma de tratarlas, garantizarán producciones de

abono en una escala mayor a los productos que procesan los biodigestores de gran escala (biodigestores con capacidad mayor a 2.000 litros).

El trabajo con biomasa que incluyan en su componente bacterias que actúen en ausencia de oxígeno, es otra de las propuestas que trabajaremos, esto garantizará en un futuro la comercialización de una biomasa inicial propia que se mezcle con los residuos orgánicos, para que garantice y brinde mayores resultados en los biodigestores diseñados a menor escala.

Para presentar los diferentes prototipos incorporamos como novedad el tamaño y diseños entregados a los dueños de las fincas seleccionadas para el estudio. Para eso, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Aspecto climático en el entorno rural, con el fin de garantizar el proceso anaeróbico dentro de los biodigestores y que la biomasa no sufra ningún proceso que no permita generar abono.

El manejo de los lixiviados que lleguen a excretarse de este proceso de fermentación y proceso de separación y degradación de las biomasa, el cual irá orientado a ser insumo de plaguicida natural.

El seguimiento constante de los diferentes prototipos instalados en las seis fincas seleccionadas para tal fin

El financiamiento para realizar los diferentes análisis en las biomásas estudiadas, con el fin de hacerse de manera oportuna para el buen desarrollo del proyecto.

TIPO DE ESTUDIO

Según el método de investigación científica, el tipo de investigación es mixta, en donde el autor Roberto Hernández Sampieri, en su libro de Metodología de investigación, extracta con respecto la investigación mixta, se reúnen factores a nivel cualitativo y cuantitativo en el proceso de investigación. El enfoque mixto es el garantizar que la investigación sea trabajada en dos aspectos de recopilación de la experiencia de investigación y se guía por áreas o temas significativos de investigación.

Teniendo en cuenta el aspecto cualitativo, se representó en este proyecto el seguimiento y la observación directa de los participantes en el semillero de investigación, esta evidencia se recopila en evidencia fotográfica para todas las fases del proceso. Incorporando la investigación cuantitativa en nuestro proyecto, se representó en la toma de muestras y el seguimiento a constantes físicas tales como (presión, temperatura, pH) y las constantes bioquímicas (DBO, DQO) clasificación del componente de la biomasa y estudio de lo generado después del proceso de descomposición en el biodigestor. Igualmente es importante caracterizar los residuos generados en el sector agroindustrial, para poder incorporar dentro de la elaboración de las biomasas estos insumos.

Con frecuencia estas actividades, sirven primero para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después, para refinarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su

interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” y no siempre la secuencia es la misma, varía de acuerdo con cada estudio.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

Para presentar los diferentes prototipos de esta propuesta de innovación, en donde influye el tamaño del biodigestor y la calidad de biomasa, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: Aspecto climático, manejo de los lixiviados, Seguimiento constante a los diferentes prototipos, financiación.

Aspecto climático en el entorno rural, con el fin garantizar el proceso anaeróbico dentro de los biodigestores y que la biomasa no sufra ningún proceso que no permita generar gas y abono.

El manejo de los lixiviados que lleguen a excretarse de este proceso de fermentación y proceso de separación y degradación de las biomasas, el cual irá orientado a ser insumo de combustible con base en alcohol.

El seguimiento constante de los diferentes prototipos instalados en las seis fincas seleccionadas para tal fin.

Se implementó la segunda fase de este proyecto en seis fincas beneficiarias, en donde se caracterizaron los diferentes desechos orgánicos y se iniciará el proceso

instalando un biodigestor de 1000 litros en cada una. Los resultados de esta descomposición orgánica que se tuvieron en cuenta para iniciar el estudio de la caracterización de las diferentes biomásas para determinar la mejor integración de agentes biológicos.

Con respecto a la implementación de los prototipos manejados en el estudio a escala de 1000 litros, la implementación es:

1. Estudio de fincas en el Municipio de Sibate para elegir 6 fincas adecuadas para implementar los prototipos.
2. Socialización del proyecto de investigación e inicio de actividades para seguimiento de funcionamiento de prototipos.
3. Presentación grupo de trabajo Semillero de Investigación Fénix, para iniciar ensamble y seguimiento del funcionamiento del prototipo instalado en las 6 fincas seleccionadas.
4. Registro de resultados
5. Análisis de resultados obtenidos
6. Divulgación de resultados a comunidad académica.

Los resultados de esta descomposición orgánica se tuvieron en cuenta para iniciar el estudio de la caracterización de las diferentes biomásas para determinar la mejor integración de agentes biológicos.

De acuerdo a los pasos anteriores, las evidencias recopiladas, se relacionan en los anexos las evidencias de las diferentes actividades realizadas a la fecha, como evidencia del desarrollo y puesta en marcha de la investigación.

INDICADORES

Los indicadores de gestión tenidos en cuenta para el desarrollo de este proyecto, de acuerdo a los objetivos planteados fueron los siguientes:

Impacto 1:

Indicador: Contribución a las condiciones ambientales del entorno rural de los municipios de Soacha y Sibate.

Aplicación: El mayor impacto del proyecto fue la participación de la población rural de Soacha y Sibate y todas las personas relacionadas con los planes de desarrollo municipal; ya que por medio de este factor, se buscó la contribución a la disminución y buen manejo de los desechos orgánicos convirtiéndolos en materia prima en la producción de energías limpias renovables.

Impacto 2:

Indicador: Intercambio de las tecnologías existentes, adaptadas al entorno social.

Aplicación: Con este impacto se buscó adaptar los prototipos propuestos, una versión que garantice la disminución en costos y espacio, facilitando las condiciones de empleo de biodigestores en el sector rural, como una estrategia de producción de energías renovables.

Resultado 1:

Indicador: Fortalecimiento del semillero Fénix en la presentación de convocatorias internas y externas.

Aplicación: Presentación de propuestas a diferentes convocatorias Nacionales e Internacionales.

Resultado 2:

Indicador: Análisis de resultados obtenidos en la incorporación de prototipos a escalas menores instalados en la actualidad (capacidad de 50 a 1000 litros) con las especificaciones técnicas para producir gas metano y abono de buena calidad.

Aplicación: Implementación de prototipos de biodigestores a menores escalas de los existentes (50 a 1000 litros) en los sectores rurales de los Municipios de Soacha y Sibate.

CONCLUSIONES

Este proyecto es de alto impacto a la comunidad, trabajar con la línea biotecnológicas y ambientales permite tener muchos campos de acción. La aceptación de la incorporación de estas tecnologías es aceptada y esperada por la comunidad rural, se ha tenido buena aceptación de esta investigación y se pretende replicar en otras partes del Departamento de Cundinamarca.

En cuanto al prototipo implementado en el proceso de diseño, se encontró viable el incorporar isotanques con características y capacidad de 1000 litros, los cuales se describen en la ficha técnica del prototipo. A este prototipo, por la altura en la cual se trabaja, es importante realizar instalación de manómetros de baja presión y adaptar un espacio para conservar las condiciones térmicas para lograr el proceso de descomposición de la biomasa incorporada en el biodigestor.

Para nuestro grupo de investigación, fue gratificante el experimentar esta vivencia y tener el contacto directo con los habitantes en el sector rural. El contribuir y trabajar con nuestros agricultores (la academia y la comunidad rural), nos genera la necesidad de buscar nuestros esfuerzos para poder solucionar todo tipo de problemas y trabajar en conjunto garantiza de manera exitosa, experiencias enriquecedoras como la vivida por nosotros al trabajar con este proyecto.

HALLAZGOS

Con respecto al diseño e implementación de los manómetros, se recomienda implementar manómetros menores a 5 PSI, que permitan registrar con precisión la presión encontrada en los biodigestores.

Para realizar la carga, se dedujo que la mezcla debe contener parte de desechos vegetales sin abusar de su uso puesto que aumenta el porcentaje de acidez de la carga. Así mismo, para el piso térmico en donde se están instalando los biodigestores la carga de agua debe reducirse a una medida de agua por una de biomasa, esto para intervenir en el proceso de descomposición anaeróbica. La carga dosificada está constituida por material vegetal (biomasa vegetal) y estiércol de cerdo, distribuida así: 100 kilos de estiércol de cerdo y 200 kilos de biomasa vegetal, y 400 litros de agua, aportando esta mezcla un 11,3% de sólidos totales.

La temperatura es otra variable que debe ser controlada, para ello en el momento de hacer el montaje del biodigestor en el campo de trabajo se hizo necesario hacerle un cubrimiento tipo invernadero, dado que la temperatura promedio del sitio está alrededor de 8°C. A partir de estas condiciones del sitio de trabajo, optamos por tomar la temperatura cada 24 horas durante los quince primeros días de efectuada la carga, obteniendo los siguientes datos:

En razón al promedio de medidas obtenidas, la temperatura se controló cada 8 días sin obtener variaciones significativas. El tiempo de retención obtenido en el ensayo implementado fue de 38 días, y donde se obtuvo el mayor volumen de gas generado.

El pH de la solución inicial una vez realizada la mezcla de carga inicial, fue de 7,9, transcurridos diez días de proceso se determinó el pH y el valor obtenido marco 7,4, una vez se logró el tiempo de retención máximo, se determinó nuevamente el pH obteniendo un valor de 7,6. Tabla que se reporta a continuación:

El aparato consta de un tanque que colecta la biomasa, a continuación se encuentra una solución de agua (trampa de CO₂) gas que forma parte de la mezcla generada en el biodigestor, a continuación hay un recipiente que contiene limaduras de hierro (trampa de ácido sulfhídrico), y posteriormente un recipiente que colecta el compostaje, que nos permite obtener al realizar la extracción final un abono totalmente orgánico.

Por último el proceso de descargue del biodigestor resulto un tanto tedioso, en razón a que el material es muy pastoso y por tanto se torna difícil el retiro del mismo del tanque, además en el momento de destapar el biodigestor el desprendimiento de olores es intenso, lo cual nos obliga a tomar todas las medidas sanitarias y de seguridad industrial, requeridas. El sólido obtenido, después del vaciado del biodigestor, se pone a secar en forma de capas y sobre cada capa se esparce cal, para evitar la presencia de moscas y neutralizar la mezcla, después de tres o cuatro días de secado se tamiza, a un tamaño de partícula uniforme y se empaca en bolsa plástica, para su posterior uso como mejorador de suelos.

REGISTRO FOTOGRAFICO



Imagen No.1.Equipo de investigación
(Trujillo, 2016).



Imagen No. 2. Reconocimiento del biodigestor
(Martínez, 2016).



Imagen No. 3.Extracción de la biomasa
(Culma, 2016).



Imagen No. 4.Extracción de la biomasa
(Parra, 2016).



Imagen No.5. Equipo de investigación con Elementos de protección.(Trujillo, 2016).



Imagen No.6.Preparación del terreno (Martínez, 2016).



Imagen No. 7. Alistamiento del compostaje (Martínez, 2016).



Imagen No.8. Alistamiento del compostaje (Culma, 2016)



Imagen No. 9. Segundo biodigestor
(Martínez, 2016).



Imagen No. 10. Extracción de la biomasa
(Parra, 2016).



Imagen No. 11. Extracción de la biomasa
(Trujillo, 2016).



Imagen No. 12. Extracción de la biomasa
(Martínez, 2016).

LISTA DE REFERENCIAS

Arboleda, J.; González, L. (2009), Fundamentos para el Diseño de Biodigestores
Módulo para la asignatura de Construcciones Agrícolas, Universidad Nacional de
Colombia Sede Palmira. Recuperado de
<http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

Bonet, P. (1985), Producción de energía alternativa Biogás-Biomasa-Gas metano.
Recuperado de <http://www.yobiogas.com/index3.htm>

Botero, R.; Preston, R.; (1987). Biodigestor de bajo costo para la producción de
combustible y fertilizante a partir de excretas. Manual para su instalación, operación y
utilización. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda – Universidad EARTH.
San José, Costa Rica, 20p

Burés, S. (2004), La descomposición de la materia orgánica. Recuperado de
<http://infororganic.com/node/484>

BC, (2009), Biodigestor Taiwanés. Recuperado de
<http://www.bioero.com/biotecnologia/biodigestor-taiwanés-%C2%BFpor-que-su-uso-es-apropiado-para-la-produccion-de-biogas.html>

Camacho, M. (2011), Lixiviados Recuperado de <http://lixiviado-noticias.blogspot.com/2011/04/que-es-el-lixiviado-y-jugo-de-basura.html>.

Camino al Campo. (2012, 09, 05). Biodigestores [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=u09HmqgaVps>.

Chile Potencia Alimentaria, (2006), Biodigestores: Energías renovables.
Recuperado de <http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/667/BIODIGESTORES-Energias-renovables.html>

Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0,(2006),Química Orgánica. Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Qu%C3%ADmica_org%C3%A1nica

Creative Commons Atribución Compartir igual 3.0,(2005). Metano. Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Metano>

Cepero, L. Savran, V. Blanco, D. Díaz, M. Suárez, J. Palacios, A.(2012) Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de Biodigestores. Pastos y Forrajes, Vol. 35, No. 2, abril-junio, 219-226.

Herrero, J. (2008). Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación GTZ-Energía. Bolivia. Recuperado de http://grecdh.upc.edu/publicacions/llybres/documents/2008_jmh_guia_biodigestores.pdf

F

Jayr, (2009), Biodigestor Casero de Bidón. Recuperado de <http://energiacasera.wordpress.com/2009/11/19/biodigestor-casero-de-bidon/>

Peláez F, (2007), Los plásticos. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos5/plasti/plasti2.shtml>

Perez, G, (2006) Cuando la basura nos alcance, Publicaciones de la Casa Chata.

Ríos, J. (2008), Proyecto Biodigestor. Recuperado de <http://www.sepade.cl/proyectos/biodigestor.php>

Senalimp (2011), Seminario Nacional de Limpieza Pública. Recuperado de www.ablp.org.br/pdf/dia_15_Juan_Fornieles.pdf.

Villanueva, M. (2008), Recuperado de <http://www.youtube.com/watch?v=oBnJF-aOkP8&feature=related>