

## **CAPITULO 7**

### **FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS DEL SISTEMA CONJUNTO**

#### **7.1. PRUEBA DE FILTRACION**

Consiste en llenar el digestor con agua hasta su capacidad total, dejándole por unos 8 días, comprobando el nivel agua en lo posible todos los días. Si en el transcurso 8 días, el nivel baja en por lo menos 20 - 30 cm en los prime días, y después se mantiene no es de preocupación, si él nivel del agua comienza a bajar en forma continua, y no se detiene es necesario eliminar todo el líquido, revisar la estructura especialmente aquellos sitios donde existen ángulos rectos, unión de los tubos de carga y descarga con el digestor, igual que la zona de la ceja y guía; si se detecta algún orificio o indicio del sitio donde se produce la filtración se renovará el enlucido.

Terminado el test hidráulico (prueba de filtración) y no hay filtración, se retira el agua hasta un 1/3 de la altura del digestor, ésta tiene la finalidad de diluir más el estiércol en esta fase inicial y compensar el alto grado de evaporación que ocurre durante la primera carga. Fotografía 7.1



**Fotografía 7.1** Prueba de Filtración

## **7.2. RECOLECCION DE LA MATERIA PRIMA**

Esta parte del proyecto es muy importante entenderla ya que nosotros realizamos 2 tipos de recolección de materia prima. Una se realizo con estiércol de ganado vacuno, de la cual se realizo las respectivas pruebas que se detallaran en capítulos posteriores, la siguiente y definitiva carga se realizo con estiércol de ganado porcino, en este capítulo hablaremos sobre esto:

La recolección de estiércol porcino se realizo en el Camal del Norte, ubicado en el sector de Llano Grande para lo cual se utilizo un aproximado de 4 m<sup>3</sup> de materia prima fresca del día anterior de faenamiento de los cerdos, 4 m<sup>3</sup> de materia en fermentación recolectada de 15 días antes del llenado del biodigestor, y 4 m<sup>3</sup> de agua equivalentes a un 1/3 de la altura del digestor que quedo de la prueba de filtración haciendo un total de 12 m<sup>3</sup> que es la capacidad del biodigestor diseñado y construido. Fotografía 7.2



**Fotografía 7.2** Recolección de la Materia Prima (Estiércol de Ganado Porcino) “Camal del Norte”

### **7.3. CARGA DE BIODIGESTOR CON LA MATERIA PRIMA**

Para la puesta en marcha de la planta es necesaria una aportación inicial de estiércol muy elevada, puesto que se precisa de una primera llenada completa del digestor. La primera carga es hecha por la boca del digestor, Fotografía 7.3 por lo tanto, sin el gasómetro; colocamos el estiércol a ambos lados de la pared divisora para evitar posibles problemas de fisuras en las paredes del digestor por causa de la presión hidrostática. La edad del digerido tiene un factor clave para la fermentación. La mejor manera de disponer de este volumen es ir almacenando el estiércol desde el inicio de la construcción del digestor, para disponer así de la cantidad suficiente para la puesta en marcha. Para garantizar el llenado de la planta se puede diluir más de lo que se hará en condiciones estacionarias.

Cuando se llena la planta, el sustrato debe ser diluido al 33%, es decir aproximadamente con el 1/3 de la misma cantidad de agua que de estiércol, usando cuando sea posible la orina.



**Fotografía 7.3** Primera Carga del Biodigestor

En función de la alimentación que tratemos en el digester, la puesta en marcha puede tardar de algunos días a bastantes semanas. El estiércol de ganado vacuno puede empezar a producir una cantidad razonable de gas en uno o dos días. Las características de este período de arrancada serán:

- Una calidad baja del gas, con un contenido de  $\text{CO}_2$  superior al 60%
- Un gas de olor muy fuerte
- Ph bajos
- Producción de gas fluctuante

Para que se estabilice antes el proceso se debe remover periódicamente y de forma intensiva el contenido, introduciendo dos émbolos a través de la entrada y la salida y efectuando un movimiento alterno para provocar la circulación y completa mezcla del sustrato en digestión. Si el proceso presenta una cierta resistencia a la estabilización se podrá añadir cal o estiércol fresco, sin añadir más sustrato fresco hasta que se inicie la producción de gas.

Si se desea que la producción de gas se acelere, puede introducirse junto con el sustrato rumen de vacuno, que contiene bacterias metanogénicas que se encargan de la producción del biogás. Existen otras sustancias e inoculantes que pueden introducirse para acelerar el proceso de arranque, pero el funcionamiento en modo estacionario no se verá afectado por este hecho.

Cuando el volumen del gas almacenado ya es suficiente (el normal de diseño), este desplaza, por vasos comunicantes, el estiércol líquido a la cámara de expansión. Una vez que esto sucede, se puede empezar a alimentar el reactor con la regularidad programada o de diseño. Las primeras producciones de biogás deberán de eliminarse sin usarse, puesto que las cantidades residuales de oxígeno remanente pueden provocar problemas de explosión del gas.

El propietario de la planta deberá familiarizarse con los detalles operativos de la planta y el mantenimiento en cuanto antes. Es importante que se familiarice con el funcionamiento teórico, y también con el uso y funcionamiento de todas las partes. El proceso de familiarización del usuario se deberá comprobar con un chequeo de funcionamiento y mantenimiento.

### 7.3.1 DATOS INICIALES DE CARGA

**Tabla 7.1** Datos Iniciales de Carga

Tipo de materia prima	Estiércol de cerdo	Unidad
Fecha de carga	29/03/2009	
Carga Inicial	8	[m <sup>3</sup> ]
Capacidad total del biodigestor	12	[m <sup>3</sup> ]
Cantidad estiércol diaria luego del tiempo de retención	134.2	[Kg]
Cantidad agua diaria luego del tiempo de retención	268.4	[kg]
Proporción	1:2	
Producción estimada de biogás	5.2	[m <sup>3</sup> ]

**Tabla 7.1** Datos Iniciales de Carga (Continuación)

Tiempo de retención	35 estimado	[días]
Temperatura ambiente	20	[°C ]

Después de terminar la primera carga del digestor, se deja destapado por 2 - 3 días, antes de colocar el gasómetro, Fotografía 7.4 en ese lapso de tiempo en la parte superior del material de carga que está en contacto con el aire, se solidifica formando una costra dura, la misma que debe ser eliminada ayudándose de una pala.



**Fotografía 7.4** Digestor Cargado Completamente

#### **7.4. CRITERIOS PARA LA COLOCACIÓN DE LA CAMPANA**

Después de retirar la costra, colocamos la campana, con la llave de paso cerrada, lo que nos permitirá comprobar si el gasómetro es hermético o no, dependiendo si se asienta o no, si el gasómetro se asienta es porque existe alguna fuga en su construcción.

Luego de comprobar su hermeticidad, se proceda a abrir llave de paso y dejamos que este se asiente, luego volvemos a cerrar la llave de paso. Fotografía 7.5



**Fotografía 7.5** Comprobación de la Hermeticidad del Gasómetro.

## **7.5. ANALISIS COMPARATIVO DE RESULTADO DE LOS PARAMETROS PARA LA OBTENCION DE BIOGAS**

Al igual que cualquier gas, las propiedades características dependen de la presión y la temperatura. Así mismo se ve afectado también por el contenido de humedad. Los principales factores de interés son:

- El volumen varía en función de la presión y la temperatura
- El poder calorífico varía en función de la temperatura, la presión y el contenido en vapor de agua
- Cambia el contenido de vapor de agua como función de la temperatura y la presión.

El poder calorífico del biogás es aproximadamente de  $6 \text{ kWh/m}^3$ , siendo un combustible potencial. El poder calorífico neto dependerá del porcentaje de metano, de la aplicación que le demos y del sistema de aprovechamiento.

Los datos de interés para los parámetros de desempeño diario del biodigestor son tomados a las 12:00, todos los días, durante el periodo de retención y 2 veces por semana después de este periodo. Anexo 7.

- Para medir el Ph se utilizará cintas de papel Ph – Fix 0 - 14 fabricados por Macherey – Nagel código D-52348DUREN.
- Una vez introducido el papel Ph en el efluente se debe esperar durante un periodo de 5 a 10 minutos hasta que el color de la cinta tenga cambios significativos y se analiza en la tabla a que valor pertenece.
- Para medir la temperatura ambiente se mide con un termómetro de mercurio el cual se lo coloca cerca del biodigestor mientras que la temperatura de entrada y salida biodigestor se utilizará el mismo termómetro de mercurio el cual se sumerge en cada uno de los tubos hasta que se establezca la medida por 5 minutos
- Para medir la presión del biogás se utilizará un manómetro diferencial de 0 a 20 cm de columna de agua el mismo que será colocado en una de las tomas en la línea de salida del biogás, también se utilizara un manómetro de tubo Bourdon de 0 a 1 PSI el cual ayudara a regular la presión en cm de columna de agua.



**Fotografía 7.6** Manómetros para la Medición de la Presión (Diferencial y Tubo de Bourdon)

### **7.5.1 PRUEBA PARA LA OBTENCION DE BIOGAS**

Solamente después de 15 días de colocado el gasómetro, se hace el test de quemar el gas, para lo que se debe dejar subir la campana a su nivel máximo, se acopla a la campana la manguera y en un local sin viento y usando un quemador se prueba si gas quema o no.

En caso el gas queme con llama azul y con consistencia, procede a regular la presión del gas y el uso normal del biogás se inicia.

Caso en que el gas no queme o queme mal, se suelta todo el gas y se repite el test cada vez que la campana llegue a su nivel máximo Fotografía 7.7



**Fotografía 7.7** Gasómetro a su Nivel Máximo de Elevación con Biogás

Si en treinta días (costa) y cincuenta días (sierra) de colocada la campana el gas no quema) existe un grave problema de fermentación, debido posiblemente a:

- a. pH bajo
- b. Estiércol contaminado
- c. Estiércol viejo
- d. Estiércol sin inoculante

Si poseemos algunos de los problemas antes mencionados se procede a hacer un análisis y estudio exhaustivo para lo cual damos como recomendación una serie de soluciones a este problemas en capítulos posteriores.

## **7.6. INICIO DE LA CARGA DIARIA**

Después de 15 días de colocada la campana, el gas ya fue evaluado y si este quema con una llama de color azul y de modo consistente está en tiempo para comenzar la carga. Esto acontece normalmente entre 25avo y 30avo día después de colocada la campana.

### **7.6.1 PREPARACION DE LA CARGA DIARIA:**

Para preparar la mezcla de la carga diaria, debe utilizarse estiércol fresco, se coloca en el tanque de carga, previamente se obstruye la boca del tubo de carga, se añade agua en las cantidades necesarias (estiércol porcino + agua 1:2) se efectúa una buena mezcla disolviendo bien el estiércol; luego se coloca una tapa metálica negra o plástica transparente, para aumentar al máximo el calor de la mezcla con ayuda del sol luego y más o menos a medio día, se hace una nueva agitación se destapa el tubo de carga, dejando pasar el material digester Fotografía 7.8



**Fotografía 7.8** Primera Carga al Biodigestor con Estiércol de Ganado Porcino

### **7.6.2 AGITACION DIARIA**

Para evitar la formación de la costra y facilitar la liberación del gas por lo menos una vez al día, se hace agitar.

La agitación consiste de movimientos de vaivén en 180 grados de la campana por 2 minutos.