

## CAPÍTULO 6

### EVALUACIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1. PRODUCCIÓN DE GAS

Para encontrar cuál es la mezcla estiércol–hierba (*Pennisetum clandestinum*), más adecuada, se procedió a realizar trabajo experimental. Se acondicionaron nueve tanques de 0.014m<sup>3</sup>, en los que se colocaron medidores de presión y temperatura (ver la figura 6.1), para registrar el comportamiento de diferentes concentraciones de sustrato, como se observa en la tabla 6.2, y en las fotos de armado y carga de los tanques de prueba del Anexo 1.



Figura 6.1. Partes de un tanque de prueba.

La selección de la mezcla más adecuada se realizó considerando el aumento de presión como parámetro directo de la cantidad de biogás acumulada dentro de los tanques. Los nueve tanques se mantuvieron bajo las mismas condiciones atmosféricas, la información correspondiente a la fecha, hora, y temperatura del cuarto en el que se llevó a cabo la prueba al inicio y fin, se observa en la tabla 6.1.

Tabla 6.1. Condiciones iniciales y finales de la prueba.

<b>PRUEBA</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>T. CUARTO (°C)</b>
INICIO	16 – 03 – 2005	19:00	16
FIN	13 – 05 – 2005	12:00	42

Tabla 6.2. Cantidad de carga de los tanques.

<b># TANQUE</b>	<b>HIERBA</b>		<b>ESTIÉRCOL</b>		<b>TIERRA</b>	<b>AGUA</b>	<b>CARGA TOTAL</b>
	<b>%</b>	<b>Kg.</b>	<b>%</b>	<b>Kg.</b>	<b>Kg.</b>	<b>Kg.</b>	<b>Kg.</b>
1	10%	0,3	90%	2,7	1	3	7
2	20%	0,6	80%	2,4	1	3	7
3	30%	0,9	70%	2,1	1	3	7
4	40%	1,2	60%	1,8	1	3	7
5	50%	1,5	50%	1,5	1	3	7
6	60%	1,8	40%	1,2	1	3	7
7	70%	2,1	30%	0,9	1	3	7
8	80%	2,4	20%	0,6	1	3	7
9	90%	2,7	10%	0,3	1	3	7

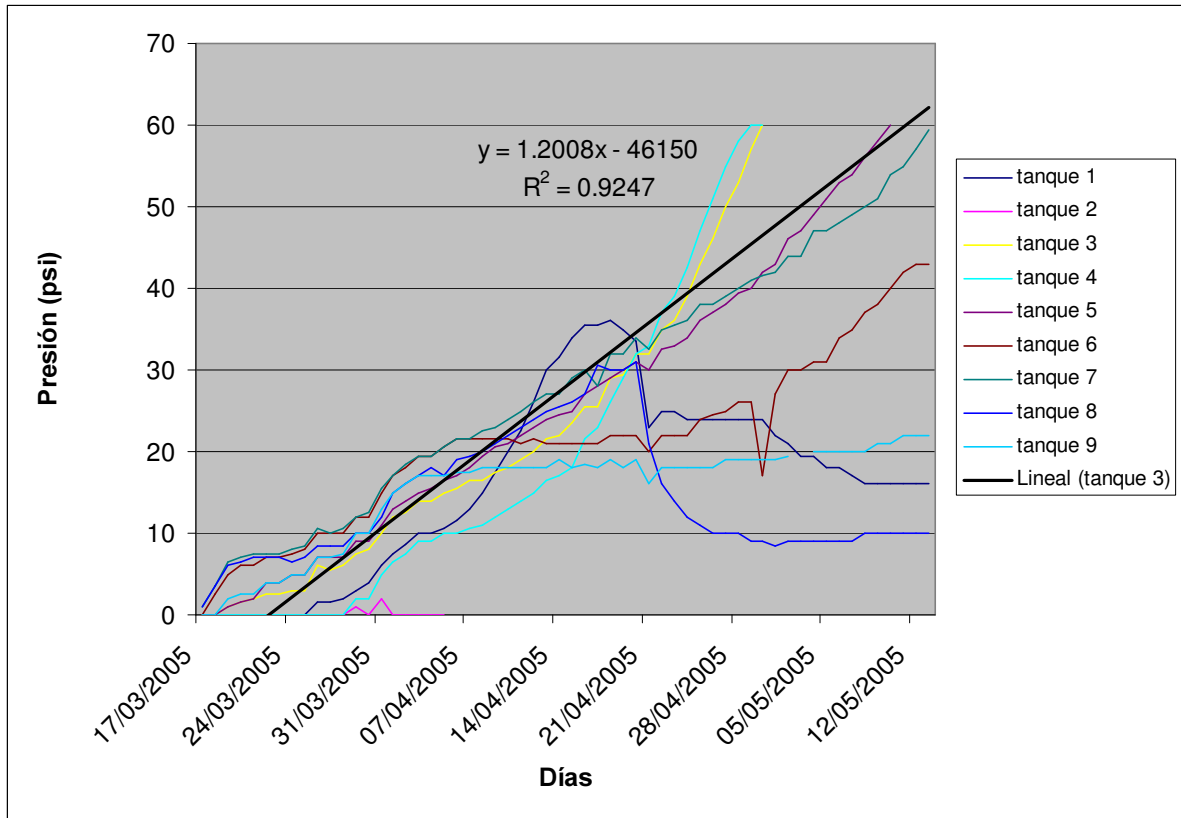


Figura 6.2. Presión vs. tiempo.

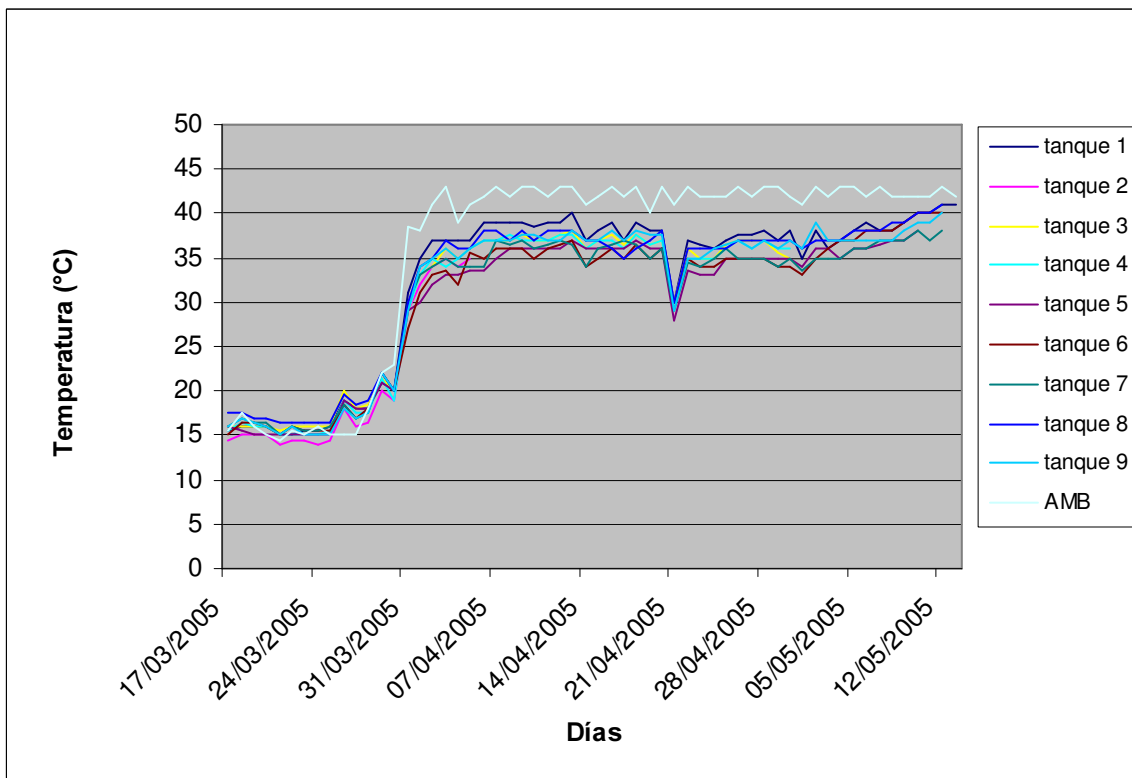


Figura 6.3. Temperatura vs. tiempo.

Como se observa en la figura 6.2 de presión vs. tiempo, el tanque 3 y el tanque 4 son los que primero alcanzan la presión máxima que se puede registrar con los manómetros (60 psi). El tanque 4 durante sus primeros 12 días no registró presión debido a una fuga en la tapa, a partir de ese día se nota un incremento considerable, se observa que luego de 35 días alcanza la presión de 32 psi, y continúa su comportamiento ascendente hasta alcanzar 60 psi a los 44 días, 1 día antes que el tanque 3. El tanque 3 empieza a registrar un incremento de presión al tercer día y mantuvo su comportamiento ascendente hasta que a los 45 días alcanza los 60 psi.

A pesar de que a los 36 días los tanques no recibieron calentamiento externo por aproximadamente 4 horas debido a un corte de energía en la red, como se observa en la figura 6.3 de temperatura vs. tiempo, la presión de biogás en el tanque 3 se mantiene y en el 4 aumenta (ver figura 6.2), no así en los demás tanques que registran una disminución en la presión o incluso a partir de ese día se nota que empieza un descenso irreversible de la presión lo cual podría interpretarse como que debido a ese cambio de temperatura, las bacterias dejaron de crecer e incluso murieron, pero si los tanques 3 y 4 no tuvieron este comportamiento fue porque la concentración bacteriana fue suficiente para responder a condiciones de baja temperatura y bajo crecimiento.

Del análisis de los datos se concluye que el sustrato más adecuado debe estar en una concentración de entre 30 a 40% de materia orgánica vegetal (kikuyo), y 70 a 60% de materia orgánica digerida (estiércol bovino).

## **6.2. CALIDAD DE GAS / MUESTREO**

Para determinar la calidad de biogás producido, se realizó un análisis de biogás al tanque # 4, los resultados se observan en el Anexo 14, del informe emitido por la empresa ETECO ALQUIMIATEC S.A. y el promedio se observa a continuación en la tabla 6.3.

Tabla 6.3. Valores promedio de los análisis de biogás del tanque # 4.

	%
CH4	53,80
CO2	44,51
H2S	< 2
O2	0

De estos resultados se puede decir que la calidad del biogás producida en el tanque # 4, tiene un contenido excelente de metano, y además en la prueba que se realizó quemando el biogás se observa que tiene una llama azul, observar la foto del Anexo 14, esto demuestra que la producción de biogás, utilizando una proporción de 30 a 40% de materia vegetal (kikuyo) y un 60 a 70% de estiércol bovino, es de muy buenas características.

### 6.2.1. DATOS INICIALES DE CARGA DEL PROTOTIPO

La información obtenida del trabajo experimental se utilizó para determinar la carga que se introduce al biodigestor prototipo la cual se determina a continuación:

Fecha de carga 29/11/2005

Cantidad estiércol =120 (kg) = 72,51%

Cantidad kikuyo = 45,5 (kg) = 27,49%

Cantidad agua = 264 (kg)

Proporción = 1,6:1

Producción estimada = 11 (m<sup>3</sup>)

Fecha de inicio del calentamiento 30/11/2005

### 6.2.2. RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROTOTIPO

Los datos que se obtuvieron de temperatura y de presión se puede apreciar en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Datos obtenidos del prototipo

Fecha / Hora	T sustrato	P biogás	P camisa	T ingreso colectores	T salida colectores	P colectores
dd/mm/aa hora	°C	PSI	PSI	°C	°C	PSI
30/11/05 16:30	32,5	0	27	25	25	29
01/12/05 16:30	38	1	35	39	40	39,5
02/12/05 16:30	41	8	28	18	28	28
03/12/05 16:30	41	9	26	43	41	30
04/12/05 16:30	35	9	23,5	36	36	31
05/12/05 16:30	35	9	30	35	35	33
06/12/05 16:30	37	9	30	39	38	31
07/12/05 16:30	45	11	20	47	46	23
08/12/05 16:30	45	13	50	48	46	52
09/12/05 16:30	43	12,5	25	42	43	30
10/12/05 16:30	48	12	25	51	50	25
11/12/05 16:30	46	11,5	40	47	46	43
12/12/05 16:30	41	10	44	42,5	43	48
13/12/05 16:30	49	8	28	49	48	30
14/12/05 16:30	47	8	38	49	49	40
15/12/05 16:30	43	6,5	24	45	46	28
16/12/05 16:30	35	6	27	33	32	32
17/12/05 16:30	35	6	33	28	30	33
18/12/05 16:30	34	5	24	34	33	25
19/12/05 16:30	36	5	36	37	37	40
20/12/05 16:30	36	5	30	34	32	35

En la tabla hay que tomar en cuenta que la presión del biogás llega a un máximo 13 psi y de ahí empieza a decrecer, esto quiere decir que la población bacteriana no soportó altas temperaturas que se generan en ciertos días cuando la insolación es muy elevada.

No se obtuvo biogás con un alto contenido de metano y se estima que puede ser por las siguientes razones:

Debido a que por la mañana la temperatura del agua en el interior de los colectores era de 10 °C, y a partir de las 16:30 horas se enfriaba el sistema, se optó por encender la bomba de 08:30 hasta las 16:30 horas ya que de esta

forma se ganaría la mayor cantidad de calor dentro del biorreactor. Como consecuencia de esto se obtuvo una temperatura mayor que la requerida por el proceso.

No existió un control del pH dentro del sistema, por tanto se requiere instalar dicho control.

En la carga no se adicionó ningún tipo de nutrientes para facilitar la reproducción de las bacterias productoras de metano.