



# **Title:** OBTENCIÓN DE BIOGAS A PARTIR DE LODOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LA DIGESTION ANAEROBIA MESOFILICA

**Author:** José, RODRIGUEZ-MORALES, Eusebio, VENTURA-RAMOS, Víctor, PEREZ- MORENO, Rodrigo Rafael, VELAQUEZ-CASTILLO

**Editorial label ECORFAN:** 607-8534  
**BCIERMMI Control Number:** 2018-03  
**BCIERMMI Classification (2018):** 251018-0301

**Pages:** 41  
**Mail:** josealberto970@hotmail.com  
**RNA:** 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
244 – 2 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

### Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic Republic
Spain	El Salvador	Republic of Congo
Ecuador	Taiwan	
Peru	Paraguay	Nicaragua



# Introducción

En esta investigación se propone una alternativa al problema generado por la tecnología más común para el tratamiento de las aguas residuales municipales, ya que la disposición de los lodos generados durante el tratamiento de las aguas residuales es un problema creciente, que representa hasta el 50% de los costos de operación de las plantas de tratamiento. Como es el proceso de los lodos activos, un proceso biológico que consume grandes cantidades de energía y genera grandes cantidades de lodos con un alto contenido de materia orgánica. Los lodos denominados primarios son lodos provenientes de la sedimentación primaria utilizada para remover sólidos sedimentables que se espesan fácilmente por gravedad. Los lodos secundarios están constituidos por productos de la conversión a biomasa de los residuos solubles del efluente proveniente del tratamiento primario.



# Introducción

Generalmente en la plantas de tratamiento de aguas residuales los lodos son tratados a través del proceso de digestión anaeróbica, ya que ésta es una tecnología económica y además permite la obtención de biogás, una fuente de energía renovable, el cual puede ser usado como combustible para compensar los requerimientos de energía de las plantas. Sin embargo, en la digestión anaeróbica de los lodos con bajo contenido de sólidos a menudo se producen bajos volúmenes de biogás.

El contenido de sólidos y el balance de nutrientes pueden ser mejorados a través de la digestión anaerobia mesofílica de los lodos con otras sustancias orgánicas tales como la fracción orgánica de residuos sólidos municipales, residuos de alimentos, residuos agrícolas y cultivos energéticos. En México, en la mayoría de los casos, los lodos de desecho producidos en plantas de tratamiento de aguas residuales, son dispuestos sin tratamiento previo en tiraderos a cielo abierto, rellenos sanitarios y sistemas de alcantarillado, lo que provoca un impacto ambiental adverso y su aplicación directa a campos agrícolas, representa un riesgo potencial para la salud.



# Introducción

En México, los pocos digestores anaerobios de lodos construidos operan a temperaturas mesofílicas (35° C), con el empleo de una variante termofílica a 55° C, se ofrecen ciertas ventajas como son: la separación de la fase sólida de la líquida, incremento en el grado de destrucción de sólidos orgánicos, eliminación de microorganismos patógenos y reducción de hasta un 56% en los SSV.

En el presente trabajo, se estudia el comportamiento de un sistema de digestión anaerobia como etapa termofílica, para una mezcla de los lodos producidos por las plantas de tratamiento del Campus Aeropuerto de la Universidad Autónoma de Querétaro (cinco plantas) para la estabilización de la materia orgánica y reducción de microorganismos patógenos.

El objetivo de este trabajo, fue hidrolizar y estabilizar la materia orgánica contenida en lodos residual, a fin de establecer las mejores condiciones de operación del sistema propuesto.



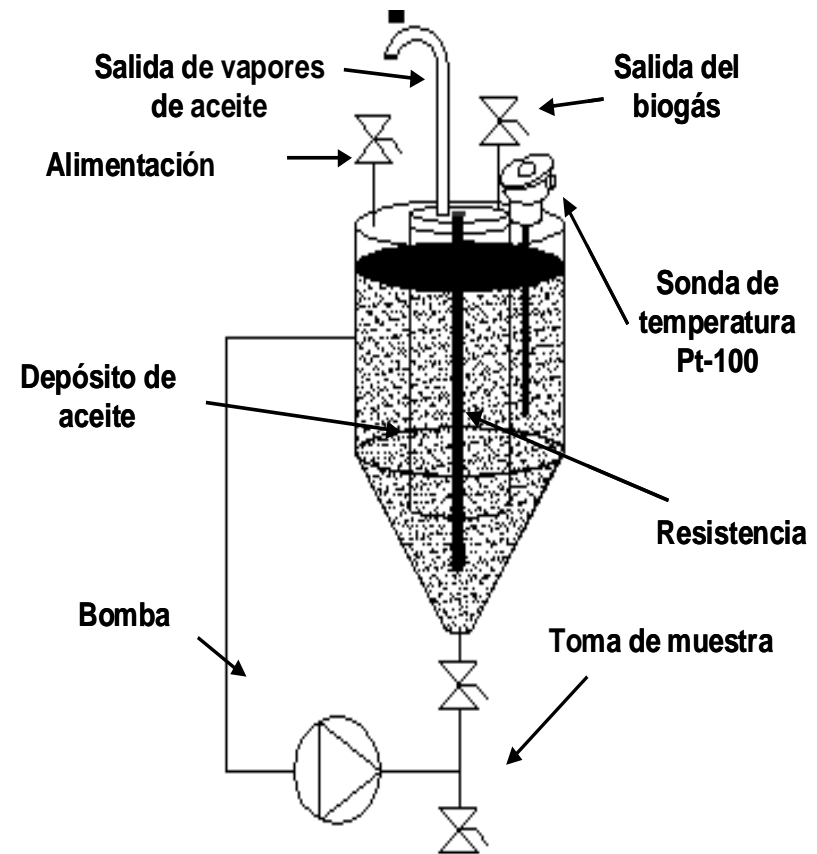
# Metodología.

Para el presente estudio se empleó un arreglo de un biodigestor mono etapa de acero inoxidable con un volumen de capacidad de 100 litros y rematado en la parte de abajo por una base cónica. Esto con el fin de facilitar la recirculación de los lodos. El sistema de calentamiento se basa en la transferencia de calor, utilizándose como medio, un aceite térmico especialmente indicado para este tipo de sistemas. El aceite es contenido en un cilindro central coincidente con el eje del digestor. El sistema de calentamiento de los digestores se realizó mediante resistencias eléctricas.



# Metodología.

La biomasa empleada como inóculación del biodigestor anaerobio mono etapa mesofílico, se llevó a cabo con el lodo espesado de las diferentes plantas de tratamiento de aguas residuales aerobia convencional del Campus Aeropuerto, la proporción que se usó para la operación fue de 60 litros de lodo y 40 litros de agua, cabe aclarar que no se realizó alimentación alguna y los parámetros a medir fueron los correspondientes a pH, temperatura, el óptimo mezclado del lodo y la producción de biogás, los parámetros se midieron diariamente durante 16 días.







# Metodología.

Una vez inoculado y que la población en el biodigestor se adaptó, se llevó a cabo la etapa de estabilización que duro 41 días a diferentes cargas, las cuales fueron a Tiempo de Retención Hidráulico (TRH) de 100, 66.67 y 50 días, tal como se aprecia en la figura 3, Los parámetros pH, % de metano ( $\text{CH}_4$ ) y Volumen de biogás, las mediciones se realizaron diariamente, los parámetros correspondientes a la Demanda Química de Oxígeno (DBO), Sólidos Totales (ST), Sólidos Volátiles (SV) y Sólidos Totales Volátiles (SVT), se realizaron tres veces por semana, se determinaron de acuerdo al método estándar (APHA, AWWA, WPFC, 1995). todos los parámetros se llevaron a cabo tanto en el influente (punto de alimentación en el Biodigestor), así como en el efluente (lodo digerido).



# Metodología.

Los análisis realizados de pH, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Totales (ST), Sólidos Volátiles (SV) y Sólidos Totales Volátiles (SVT) se basaron en las técnicas descritas en el APHA, AWWA, WPCF. Métodos normalizados para el análisis de aguas residuales y lodos.

En la producción del biogás, se llevaron a cabo las siguientes mediciones: composición del biogás:  $\text{CH}_4$  y Volumen. Las mediciones se realizaron diariamente a lo largo del experimento.





# Metodología

## Estudio de la producción y características del biogás generado.

Para la medición del % de metano se realizó con un analizador de gases modelo: Geotechnical Instruments GA94A, dicho equipo también realiza las siguientes mediciones: % de CO<sub>2</sub> y % O<sub>2</sub>. El analizador de gas consta de una bomba integral que succiona el biogás, el cual entra a través de una trampa de agua en línea y lo pasa por un filtro reemplazable dentro de un compartimiento. Un microprocesador calcula la cantidad de luz infrarroja absorbida en diversas longitudes de onda y determina los niveles de concentración y de cantidad del biogás presente. Las lecturas son mostradas en un indicador de cristal líquido como porcentaje de la concentración del gas por el volumen.



# Metodología.

La medición del volumen de biogás generado en el biodigestor fue extraído del mismo mediante la correspondiente apertura en la cubierta. El biodigestor cuenta con un manómetro que permitía medir la producción del biogás producido por el sistema en un determinado tiempo. A su vez estos dispositivos están conectados a una tubería independiente por donde era transportado el biogás para su posterior medición. El sistema está dotado de los correspondientes dispositivos necesarios de seguridad.

Para la medición de la producción de biogás, se empleó mediante un desplazamiento de un volumen de agua previamente medido, esto permitió medir con exactitud el volumen producido del biodigestor (Método Orsat).





# Metodología

## Tiempo de Retención Hidráulico (TRH).

Una vez ya estabilizado el biodigestor se, inicio a partir del día 41 y los diferentes TRH que se llevaron a lo largo del experimento fueron de 100, 66.67, 50, 40, 30, 25 y 20 días, las cuales tuvieron una duración de 15, 15, 15, 25, 25, 5 y 12 días respectivamente. En total del experimento tuvo un tiempo de duración de 112 días aunado al tiempo de estabilización que duro 41 días. Se obtiene un tiempo total de 153 días del experimento.



# Metodología

## Inicio del Experimento.

En el proceso de la digestión mediante la determinación del tiempo de retención hidráulico y de la carga orgánica de Sólidos Totales (KgST/m<sup>3</sup>día) para maximizar la producción y riqueza en metano del biogás producido.

Se obtuvieron los valores mediante la siguiente formula:

$$t_R = \frac{\text{Volumen de estabilización}}{\text{Caudal diario de lodo que entra}}$$



# Resultados

El lodo influente tuvo valores de pH que oscilaron de 7.3 a 7.5, con una carga orgánica promedio de 16.98 Kg ST /m<sup>3</sup>d y de 8.47 STV/m<sup>3</sup>d. Durante el tiempo que duro el experimento.



# Resultados

Durante la primera etapa el digestor se operó en un TRH de 100 días, por lo que respecta a Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> presentó el valor más pequeño de 0.09 y 0.5 el valor más alto, con un promedio de 0.2 Q(m<sup>3</sup>)/Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> y referente a Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub> presentó el valor más pequeño de 0.028 y 0.73 el valor más alto, con un promedio de 0.35 Q(m<sup>3</sup>)/Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub>. En cuanto a la producción de biogás presentó el resultado más pequeño de 0.25 y 13.5 el valor más alto, con un promedio de 6.3 litros/día, la composición de dicho biogás presentó el valor más pequeño de 60.2 y 83.4 el valor más alto, con un promedio de 71 % de CH<sub>4</sub>.





# Resultados

Durante la segunda etapa el digestor se operó en un TRH de 66.67 días, por lo que respecta a Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> presentó el valor más pequeño de 0.037 y 0.33 el valor más alto, con un promedio de 0.16 Q(m<sup>3</sup>)/Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> y referente a Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub> presentó el valor más pequeño de 0.080 y 0.63 el valor más alto, con un promedio de 0.025 Q(m<sup>3</sup>)/Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub>, en cuanto a la producción de biogás presentó el valor más pequeño de 1.45 y 16.12 el valor más alto, con un promedio de 5.5 litros/día, la composición de dicho biogás presentó el valor más pequeño de 38.5 y 80.3 el valor más alto, con un promedio de 63.4 % de CH<sub>4</sub>.



# Resultados

Durante la tercera etapa el digestor se operó en un TRH de 50 días, por lo que respecta a Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> presentó el valor más pequeño de 0.055 y 0.66 el valor más alto, con un promedio de 0.310 Q(m<sup>3</sup>)/Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> y referente a Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub> presentó el valor más pequeño de 0.087 y 0.97 el valor más grande, con un promedio de 0.6 Q(m<sup>3</sup>)/Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub>, en cuanto a la producción de biogás presento el valor más pequeño de 2.7 y 21.5 el valor más alto, con un promedio de 11 litros/día, la composición de dicho biogás presentó el valor más pequeño de 56.8 y 92.1 el valor más alto, con un promedio de 66.2 % de CH<sub>4</sub>.



# Resultados

Durante la cuarta etapa el digestor se operó en un TRH de 40 días, por lo que respecta a Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> presentó el valor más pequeño de 0.21 y 0.56 el valor más alto, con un promedio de 0.310 Q(m<sup>3</sup>)/Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> y referente a Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub> presentó el valor más pequeño de 0.39 y 0.79 el valor más alto, con un promedio de 0.570 Q(m<sup>3</sup>)/Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub>, en cuanto a la producción de biogás presentó el valor más pequeño de 12.7 y 27.7 el valor más alto, con un promedio de 21.3 litros/día, la composición de dicho biogás presentó el valor más pequeño de 50.8 y 84.2 el valor más alto, con un promedio de 65 % de CH<sub>4</sub>.



# Resultados

Durante la quinta etapa el digestor se operó en un TRH de 30 días, por lo que respecta a  $\text{Kg DQO}_{\text{ELIMINADOS}}$  presento el valor más pequeño de 0.15 y 0.7 el valor más alto, con un promedio de 0.39  $\text{Q}(\text{m}^3)/\text{Kg DQO}_{\text{ELIMINADOS}}$  y referente a  $\text{KgSTV}_{\text{ELIMINADOS}}$  presento el valor más pequeño de 0.52 y 0.88 el valor más alto, con un promedio de 0.67  $\text{Q}(\text{m}^3)/\text{KgSTV}_{\text{ELIMINADOS}}$ , en cuanto a la producción de biogás presentó el valor más pequeño de 27.6 y 34.6 el valor más alto, con un promedio de 31.6 litros/día, la composición de dicho biogás presentó el valor más pequeño de 63.8 y 81.5 el valor más alto, con un promedio de 74 % de  $\text{CH}_4$ .



# Resultados

Durante la sexta etapa el digestor se operó en un TRH de 25 días, por lo que respecta a  $\text{Kg DQO}_{\text{ELIMINADOS}}$  presentó el valor más pequeño de 0.29 y 0.46 con un promedio de 0.4  $\text{Q}(\text{m}^3)/\text{Kg DQO}_{\text{ELIMINADOS}}$  y referente a  $\text{Kg STV}_{\text{ELIMINADOS}}$  presentó el valor más pequeño de 0.49 y 0.63 el valor más alto, con un promedio de 0.62  $\text{Q}(\text{m}^3)/\text{Kg STV}_{\text{ELIMINADOS}}$ , en cuanto a la producción de biogás presentó el valor más pequeño de 33.5 y 34.6 el valor más alto, con un promedio de 34 litros/día, la composición de dicho biogás presentó el valor más pequeño de 65.8 y 70.3 el valor más alto, con un promedio de 67.7 % de  $\text{CH}_4$ .



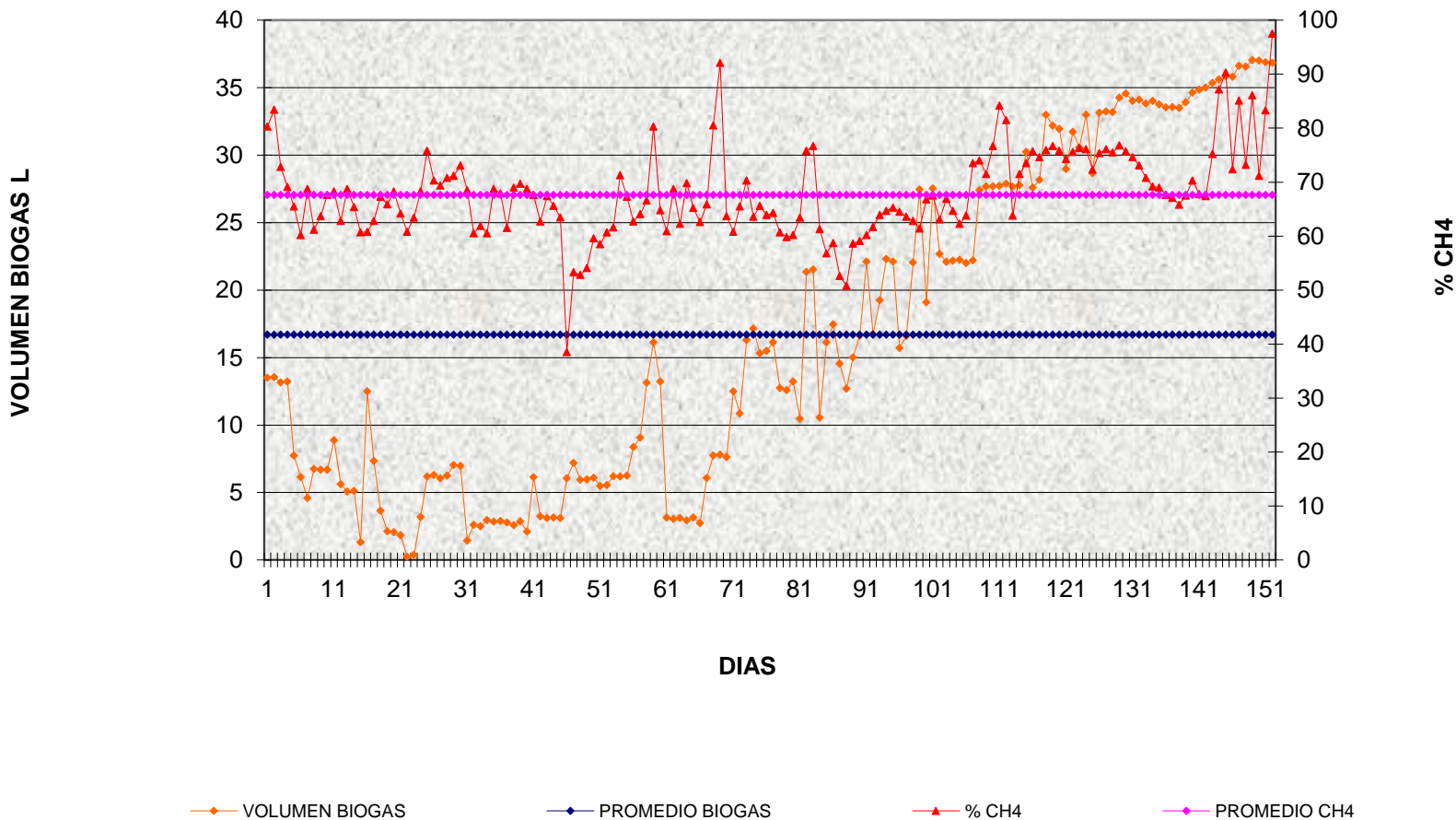
# Resultados

Durante la séptima etapa el digestor se operó en un TRH de 20 días, por lo que respecta a Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> presento el valor más pequeño de 0.35 y 0.46 el valor más alto con un promedio de 0.4 Q(m<sup>3</sup>)/Kg DQO<sub>ELIMINADOS</sub> y referente a Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub> presento el valor más pequeño de 0.36 y 0.46 el valor más alto, con un promedio de 0.42 Q(m<sup>3</sup>)/Kg STV<sub>ELIMINADOS</sub>, en cuanto a la producción de biogás presentó el valor más pequeño de 34.8 y 37 el valor más alto, con un promedio de 36.1 litros/día, la composición del biogás presentó el valor más pequeño de 67.4 y 97.5 el valor más alto con un promedio de 80 % de CH<sub>4</sub>.





# Resultados





# Resultados

Tiempo de Retención Hidráulico (TRH).

Durante la primera etapa el digestor se operó en un TRH de 100 días, por lo que respecta a la Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  presento el valor más pequeño de 0.25 y 0.42 el valor más alto, con un promedio de 0.32 Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  respecto a la alimentación  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.23 y 0.50 con el valor más alto, con un promedio de 0.40  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$ .



# Resultados

Tiempo de Retención Hidráulico (TRH).

Durante la segunda etapa el digester se operó en un TRH de 66.67 días, por lo que respecta a la Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.22 y 0.38 el valor más alto, con un promedio de 0.3 Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  respecto a la alimentación  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.21 y 0.55 el valor más alto, con un promedio de 0.36  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$ .



# Resultados

Tiempo de Retención Hidráulico (TRH).

Durante la tercera etapa el digester se operó en un TRH de 50 días, por lo que respecta a la Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.18 y 0.58 el valor más alto, con un promedio de 0.28 Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  respecto a la alimentación  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.10 y 0.82 el valor más alto, con un promedio de 0.36  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$ .



# Resultados

Tiempo de Retención Hidráulico (TRH).

Durante la cuarta etapa el digester se operó en un TRH de 40 días, por lo que respecta a la Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  presento el valor más pequeño de 0.20 y 0.37 el valor más alto, con un promedio de 0.30 Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  respecto a la alimentación  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.29 y 0.72 el valor más alto, con un promedio de 0.32  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$ .



# Resultados

Tiempo de Retención Hidráulico (TRH).

Durante la quinta etapa el digester se operó en un TRH de 30 días, por lo que respecta a la Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.30 y 0.40 el valor más alto, con un promedio de 0.34 Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  respecto a la alimentación  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.45 y 0.95 el valor más alto, con un promedio de 0.58  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$ .





# Resultados

Tiempo de Retención Hidráulico (TRH).

Durante la sexta etapa el digestor se operó en un TRH de 25 días, por lo que respecta a la Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  presento el valor más pequeño de 0.32 y 0.40 el valor más alto, con un promedio de 0.37 Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  respecto a la alimentación  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.37 y 0.54 el valor más alto, con un promedio de 0.44  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$ .



# Resultados

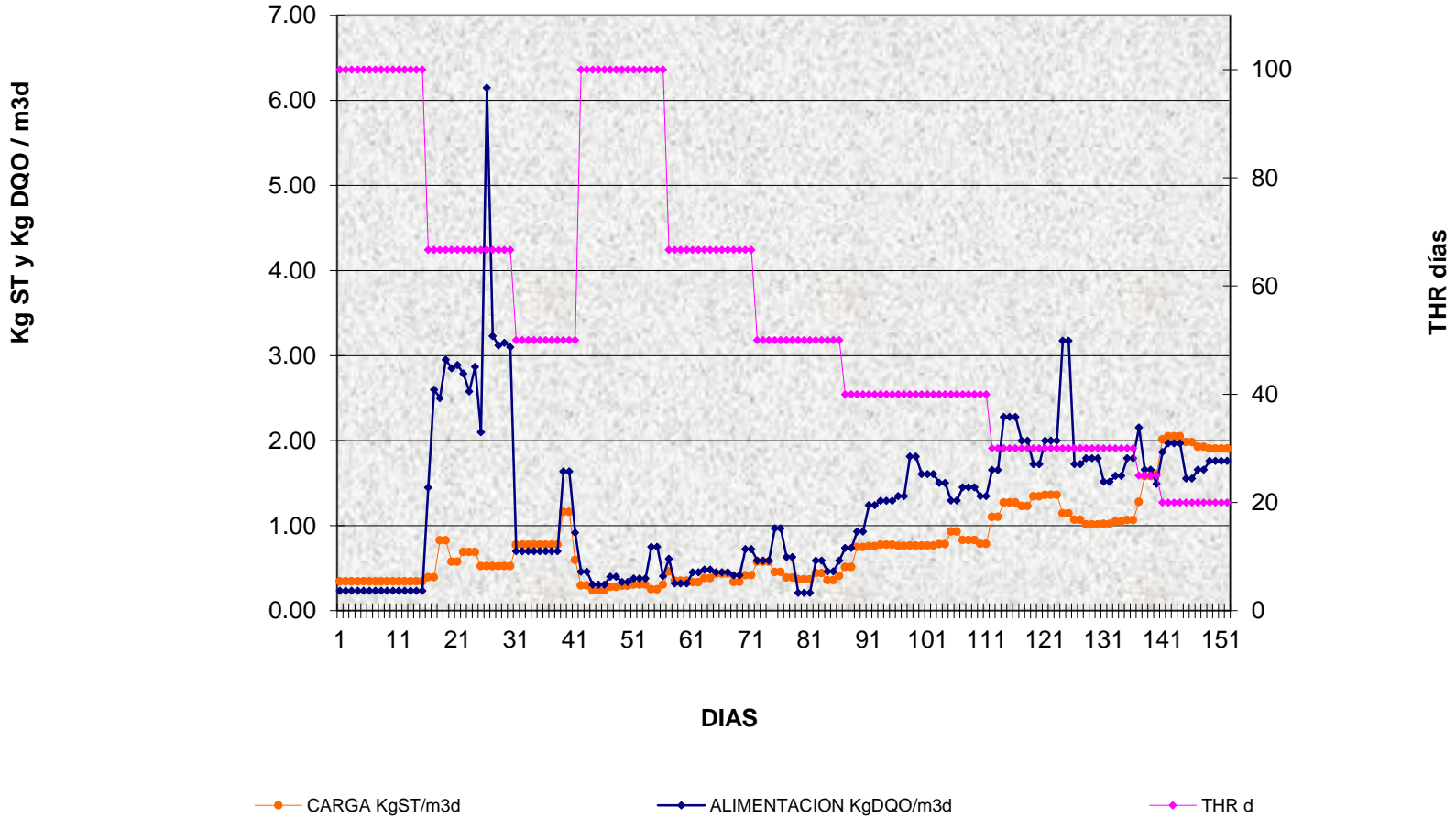
Tiempo de Retención Hidráulico (TRH).

Durante la séptima etapa el digestor se operó en un TRH de 20 días, por lo que respecta a la Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.38 y 0.41 el valor más alto, con un promedio de 0.40 Carga  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$  respecto a la alimentación  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$  presentó el valor más pequeño de 0.31 y 0.41 el valor más alto, con un promedio de 0.40  $\text{KgDQO}/\text{m}^3\text{d}$ .



# Resultados

## Tiempo de Retención Hidráulico (TRH).





# Análisis de Resultados

Por lo que respecta a los valores 0.35, 0.55, 0.75, 1.15, 1.5 y 2 de carga de  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$ , que corresponden a los TRH 100, 50, 40, 30, 25 y 20 el valor en la producción de litros de biogás va en aumento, al presentar valores promedio de 6.3, 11, 21.3, 31.6, 34 y 36.1 respectivamente, aunque el valor de 0.45 que corresponde al TRH de 66.67 se obtuvo un valor ligeramente bajo al presentar un valor promedio de producción de 5.5 litros de biogás.



# Análisis de Resultados

Por lo que respecta a los valores 0.35, 0.55, 0.75, 1,15, 1.5 y 2 de carga de  $\text{KgST/m}^3\text{d}$ , correspondientes a los TRH 100, 50, 30, 25 y 20 el valor de % de metano presentaron valores promedio de 71, 66.2, 65, 74, 67.7 y 80 respectivamente, aunque el valor de 0.45 y 0.75 que corresponde al TRH de 66.67 y 40 se obtuvo un valor ligeramente bajo al presentar un valor promedio de producción de % metano de 63.4 y 65 respectivamente.



# Análisis de Resultados

		BIOGAS			
TRH días	REPETICIONES	VOLUMEN DE BIOGAS PROM. L/d	Kg DQO <sub>ELIM.</sub> PROM.	Kg STV <sub>ELIM.</sub> PROM.	% CH <sub>4</sub> PROM.
100	15	6.3	0.2	0.35	71
66.67	15	5.5	0.160	0.25	63.4
50	15	11	0.30	0.60	66.2
40	25	21.3	0.310	0.570	65
30	25	31.6	0.390	0.670	74
25	5	34	0.400	0.620	67.7
20	12	36.1	0.400	0.420	80





# Análisis de Resultados

En lo que respecta al % de la medición promedio de los demás gases contenidos en el biogás.

	BIOGAS			
TRH días	VOLUMEN DE BIOGAS PROM. L/d	% O <sub>2</sub> PROM.	% CO <sub>2</sub> PROM.	% CH <sub>4</sub> PROM.
100	6.3	18.8	13.2	71
66.67	5.5	19	17.6	63.4
50	11	16.9	16.9	66.2
40	21.3	16.5	18.5	65
30	31.6	17.3	8.7	74
25	34	16.4	15.9	67.7
20	36.1	16.4	3.6	80



# Análisis de Resultados

## estudio de la producción y características del biogás generado.

El biodigestor a TRH correspondiente a 20 días, que corresponde a 2.0 de carga de  $\text{KgST}/\text{m}^3\text{d}$ , el valor de producción en promedio genera 36.1 litros de biogás por día, lo que se concluye que a mayores cargas (menor tiempo de TRH) el sistema se vuelve cada vez más estable.

El biodigestor estabilizado a lo largo del experimento y correspondiente a este tipo de tratamiento anaerobio produce un promedio de 69.7 % de metano ( $\text{CH}_4$ ).

El promedio correspondiente a metano corresponde a experimentos ya realizados y que se reportan en artículos y bibliografía, los cuales mencionan un promedio de metano del 70 a 80 %.



# Análisis de Resultados

## Tiempo de Retención Hidráulico y carga de alimentación.

Se concluye que el sistema anaerobio termofilico se aclimato en las etapas cuando su carga correspondía a 0.35, 0.45 y 0.55 KgST/m<sup>3</sup>d, que corresponde a TRH de 100, 66.67 y 50.

El sistema empezó su estabilización desde la etapa cuando la carga correspondía a 0.55 KgST/m<sup>3</sup>d, que corresponde a TRH de 50.



# Análisis de Resultados

## Tiempo de Retención Hidráulico y carga de alimentación.

El sistema se mantuvo estable en los periodos cuando la carga correspondió a 0.75, 1.15, 1.5 y 2.0 KgST/m<sup>3</sup>d, correspondientes a los TRH de 40, 30, 25 y 20 respectivamente.

El sistema anaerobio termofilico mientras aumenta más de valor de carga de 2.0 de KgST/m<sup>3</sup>d, este se hace más estable.



# Análisis de Resultados

Los valores de pH obtenidos, si bien no se encuentran dentro del rango de operación óptimo, sí son cercanos al intervalo en que la digestión anaerobia puede llevarse a cabo, es decir de 6.2 a 7.8 (Noyola, 1998). Por lo que se considera que el digester mantuvo con una óptima capacidad amortiguadora, evitando así la acidificación del digester. Se observa que el digester termofílico nunca se encontró operando a un nivel de carga exigente, ya que a los diferentes TRH que operó no sufrió variaciones importantes en sus indicadores de estabilidad.



# Análisis de Resultados

Los valores de pH obtenidos, si bien no se encuentran dentro del rango de operación óptimo, sí son cercanos al intervalo en que la digestión anaerobia puede llevarse a cabo, es decir de 6.2 a 7.8 (Noyola, 1998). Por lo que se considera que el digester mantuvo con una óptima capacidad amortiguadora, evitando así la acidificación del digester. Se observa que el digester termofílico nunca se encontró operando a un nivel de carga exigente, ya que a los diferentes TRH que operó no sufrió variaciones importantes en sus indicadores de estabilidad.





# Análisis de Resultados

Los resultados presentados muestran que el biogás contenía entre 63 y 80% de metano en promedio a lo largo del experimento, estos valores que se encuentran dentro del intervalo señalado como óptimo (65 a 70% de  $\text{CH}_4$ ; Malina, 1992). La producción específica de biogás aumentó a medida que aumentaba la carga orgánica.



# Análisis de Resultados

Los porcentajes de reducción de sólidos volátiles (%RSV) fueron de 24 a 42% en promedio durante todo el experimento, valores que son similares, a pesar del incremento de TRH y de la consecuente carga orgánica influente. Estos resultados son están dentro al valor de %RSV alcanzado en un proceso anaerobio, señalado por la bibliografía (40%; WEF, 1993).



# Análisis de Resultados

Los valores de %RSV son bajos, considerando que Krugel, et al. (1998) obtuvieron valores de 60 y 80% en digestores termofílicos a escala real, aunque tratando lodo primario; Aitken & Mullennix (1992) obtuvieron un valor de 43.6% en un reactor a escala de laboratorio a 55°C de temperatura y operando a un TRH de 10 días, utilizando también lodo primario. Una posible explicación a este relativamente bajo valor de %RSV, es que el lodo activado alimentado estaba en cierto grado ya estabilizado, lo que representaba poca disponibilidad de sustrato para la digestión anaerobia. Los bajos valores de la fracción SSV/SST del lodo influente (66 y 61%) parecen confirmarlo



# Análisis de Resultados

Este tipo de sistema asimila altas y bajas cargas orgánicas. La materia prima preferentemente utilizada para ser sometida al proceso de degradación, es cualquier biomasa residual que posea un alto contenido en humedad, no obstante de que también pueden ser digeridos substratos sólidos con concentraciones elevadas de sólidos totales como son los residuales de la industria alimenticia, agrícola entre otros.



**ECORFAN®**

**© ECORFAN-Mexico, S.C.**

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)