

# “CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE AFLUENTES Y EFLUENTES LÍQUIDOS DE UN BIODIGESTOR ALIMENTADO CON RESIDUOS AGRÍCOLAS”

Alejandra Elizabeth Gutiérrez Alfaro (1), Alberto Ayala Islas (2)

1 [Ingeniería Bioquímica, ITESI] | Dirección de correo electrónico: [liz.aro78@hotmail.com]

2 [Ingeniería Bioquímica, ITESI Irapuato, Irapuato, ITESI] | Dirección de correo electrónico: [alayala@itesi.edu.mx]

## Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad un análisis fisicoquímico y microbiológico de afluentes y efluentes obtenidos de un proceso de biodigestión anaeróbica a partir de residuos agrícolas locales. El objetivo del análisis es determinar, principalmente, el potencial agrícola que muestran los efluentes generados del proceso. Las hortalizas jitomate (*Solanum Lycopersicum*) y pepino (*Cucumis sativus*) fueron empleadas como sustrato del proceso, asimismo se empleó estiércol bovino como inóculo.

En esta investigación fue necesaria la elaboración de 3 biodigestores por lotes a escala laboratorio, los cuales fueron hechos de polietileno y 3.8 L de capacidad.

Los resultados muestran que el efluente obtenido tiene cantidades significativas de: N, P, K y escasa presencia de microorganismos patógenos por lo que podría ser utilizado como acondicionador de tierras.

## Abstract

This paper aims a physicochemical and microbiological analysis of influent and effluent obtained from an anaerobic bio-digestion process from local agricultural wastes. The objective of the analysis is to determine, mainly agricultural potential showing the process effluents. The vegetables tomato (*Solanum Lycopersicum*) and cucumber (*Cucumis sativus*) were employed as substrate in the process, also cattle manure is used as inoculum.

In this research, the development of three digesters was necessary laboratory scale batch, which were made of polyethylene and 3.8 L capacity.

The results show that the obtained effluent has significant amounts of N, P, K and low pathogenic microorganisms so could be use as land conditioner.

## Palabras Clave

Residuos agrícolas, Biodigestión, efluente, biol, acondicionador de tierra.

## INTRODUCCIÓN

El manejo de residuos agropecuarios en México es prácticamente inexistente, es reconocido por el Programa Nacional para la Prevención y Gestión de Residuos, actualmente ninguno de los programas para la prevención y gestión integral de residuos elaborados por los gobiernos estatales incluye un análisis de los residuos de este sector, así como tampoco incorporan estrategias y acciones puntuales para su adecuada gestión. [1]

La situación del manejo y gestión de los residuos agropecuarios en el país es una paradoja: los residuos con importantes contenidos de materia orgánica y energía que podrían ser aprovechados, se gestionan de forma natural convirtiéndose en fuentes de contaminación dispersa. [1]

Los residuos agropecuarios en su conjunto muestran una tendencia creciente en todo el país, esto como resultado del incremento de la población y, consecuentemente, de las necesidades alimenticias que esto implica. Lo anterior se traduce en un incremento de productos agrícolas, lo cual lleva a la utilización masiva y directa del uso de fertilizantes químicos para lograr satisfacer la demanda de alimentos. Y esto representa un grave problema ambiental por el uso excesivo de químicos agrícolas; es por ello que las investigaciones actuales se dirigen en la resolución total o parcial de estos problemas. [2]

Una de las opciones es la biodigestión anaerobia, mediante la cual se obtienen bioproductos tales como gas metano y bioles, estos últimos con un impacto positivo en la agricultura, debido a su aporte de macro y micronutrientes al suelo, contribuyendo significativamente a que el mismo no sufra un deterioro progresivo como el originado por el excesivo uso de fertilizantes químicos. [3][4]

El uso de fertilizantes sintéticos amenaza la salud humana, la calidad del agua, el suelo y el aire. Por lo que resulta evidente la necesidad de investigar y analizar otro tipo de tratamientos con

los cuales sea viable, no solo abordar este problema, sino generar un valor agregado a residuos sólidos que se puedan utilizar. [4]

En la actualidad los efluentes resultados de la biodigestión anaeróbica son usados en varios países por las características químicas que presenta y, comúnmente, son denominados "Biol". El Biol es una fuente de fitorreguladores, producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos que se puede obtener por métodos artesanales y de preparación específica. Estos abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, fosforo y potasio así como en hormonas, vitaminas y aminoácidos. [5]

Al ser el biol una fuente orgánica de fitorreguladores, a diferencia de los nutrientes en pequeñas cantidades, es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como el enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), la acción sobre el follaje (amplía la base foliar), la mejora de la floración, la activación del vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas.[6]

Por todo lo anterior, el objetivo del trabajo es caracterizar los afluentes y efluentes fisicoquímica y microbiológicamente, para contribuir en la generación de información propicia, y directamente con la resolución parcial de estos problemas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo de la presente investigación se implementó el diseño y construcción de 3 biodigestores a escala laboratorio, tipo *batch*, con capacidad de operación de 3.5 L. Los materiales

con que se han elaborado son polietileno, tubos conectores, válvulas, codos de PVC y termómetro. En la Fig. 1 se ilustra el diseño.



**Fig.1 Esquema Biodigestores**

Para alimentar los biodigestores se han utilizado excretas de bovino (inóculo) y residuos agrícolas de pepino y jitomate (sustrato) y agua. La relación de carga fue de 1:1 en peso (agua:

sustrato) en cada uno de los biodigestores; adicionando un 15% como inóculo. El primer biodigestor fue alimentado con 1.750kg de residuos de pepino y 1.750kg de agua, en el segundo el sustrato fue jitomate y en un tercero el sustrato fue una mezcla 1:1 pepino y jitomate.

Los análisis realizados fueron los siguientes, mediante la normatividad vigente: tabla 1

**Tabla 1. Parámetros y metodología.**

Parámetro	Metodología
pH	Potenciómetro
Sólidos Totales, Sólidos Volátiles Totales, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Suspendidos Volátiles	NMX_FE-109SCFI-2008
DBO5(demanda bioquímica de oxígeno)	NMX-AA-028-SCFI-2001
DQO (demanda química de oxígeno) , N (nitrógeno), P (fosforo) y K (potasio)	Método HANNA Digestor/Fotómetro HANNA INSTRUMENTS
Contenido de materia orgánica. (C)	NMX_FE-109SCFI-2008
Relación C/N	Cálculos a partir de la M.O
Coliformes totales y fecales	Número más probable. NOM 112-SSA-1994

Los análisis fisicoquímicos se realizaron por duplicado y se realizaron pruebas iniciales, intermedias y pre-finales para afluentes y

efluentes. Respecto de los análisis microbiológicos se realizaron, hasta el momento, coliformes totales y fecales esto mediante la técnica del número más probable.

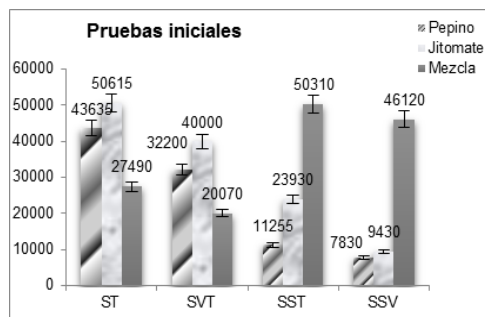
La temperatura de trabajo de los sistemas fue mesofílica (28°C) con algunas variaciones de  $\pm 2$  grados. El pH fue monitoreado asegurando este no descendiera de 4 y no excediera de 8.

El tiempo de retención hidráulica hasta el momento de la elaboración de este artículo fue de 60 días.

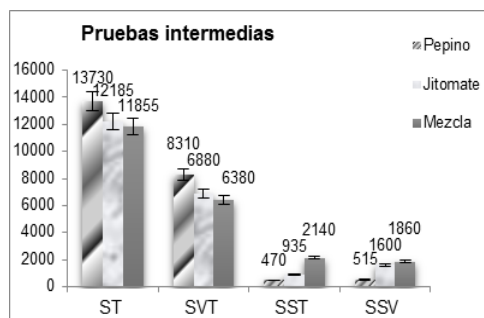
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos sobre la caracterización de los afluentes y efluentes (biol) se presentan en el tabla 2, las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas tienen su representación en las figuras, 2, 3, 4, 5,6 y 7.

- Sólidos Totales, sólidos volátiles totales, sólidos suspendidos totales y suspendidos volátiles, en ppm o mg/L.



**Fig.2 Pruebas Iniciales ST. SVT. SST v SSV.**



**Fig.3 Pruebas Intermedias ST. SVT. SST v SSV.**

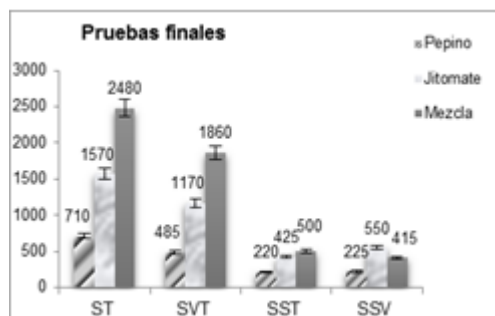


Fig.4 Pruebas finales ST. SVT. SST v SSV.

Las figuras 2,3 y 4 muestran una disminución del 98.3% de ST en el tratamiento de pepino, 97% en jitomate y 90% en la mezcla. En SVT las disminuciones fueron del 98%, 97% y 90% respectivamente. En SST el rango de disminución se mantuvo en un 98% y en SSV del 97% esto debido a la descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos, lo cual indica un tratamiento eficiente.

- Demanda química de oxígeno

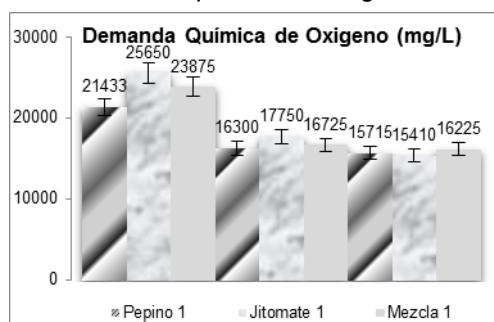


Fig.5 Demanda Química de Oxígeno

En la figura 5 se muestra que la reducción fue de un 26% en el tratamiento de residuos de pepino, un 40% de jitomate y un 32% de mezcla, esto se traduce en que la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica es cada vez menor, esto es indicio de un buen tratamiento.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno

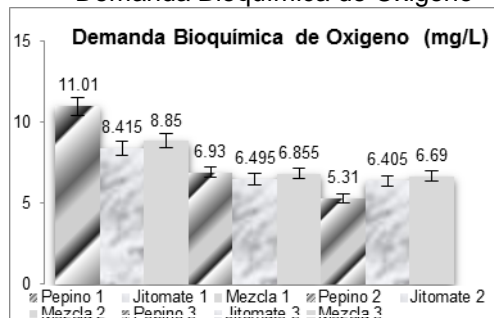


Fig.6 Demanda Bioquímica de Oxígeno

El DBO<sub>5</sub> representado en la Fig.6 presenta una reducción del 24% en promedio y es por acción de la oxidación de la materia orgánica degradable mediante la acción de los microorganismos en un periodo de 5 días a 20°C.

- Coliformes fecales y totales.

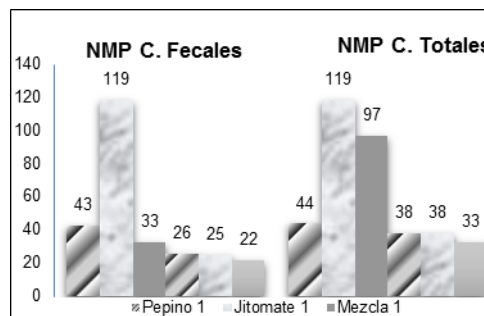


Fig.7 Coliformes fecales v totales.

Los coliformes decrecen a lo largo del proceso a consecuencia de las fases de la biodigestión a las cuales son sometidos, sin embargo estos valores indican que la biodigestión anaeróbica no ha terminado, se ilustra el deceso en la Fig.7

- Nitrógeno, fosforo, potasio, Carbono, C/N y pH.

		P	K	N	C	C/N	pH
Pruebas iniciales	Pepino	797.5		1102.5	32200	29:1	5.5
	Jitomate	917.5	Rango alto *	1075	40000	37:1	4.7
	Mezcla	856		1081.5	20070	18:1	4.8
Pruebas intermedias	Pepino	790		1255.5	8310	7:1	4.27
	Jitomate	912.5	Rango alto *	1113.7	6880	6:1	4.29
	Mezcla	842.5		1134	6380	7:1	4.30
Pruebas finales	Pepino	789		1545	909	0.32:1	
	Jitomate	910	Rango alto *	1335	1107	0.91:1	
	Mezcla	838		1470	1026	0.27:1	

Tabla 2. Determinaciones fisicoquímicas

Los valores presentados en la tabla 2 corresponden a las pruebas fisicoquímicas.

\*La determinación de potasio solo se realizó colorimétricamente debido a que no se cuenta con los materiales necesarios para una cuantitativa, sin

embargo la prueba mostró una cantidad elevada de este elemento, sin identificar la cantidad.

El pH en las pruebas intermedias a mantenido sus valores más bajos debido a la etapa acidogénica por la que se encontró el sistema cuando se realizaron las pruebas, no obstante en las determinaciones finales se espera un pH ligeramente neutro.

Los valores de carbono exponen la elevada carga de materia orgánica de los respectivos sistemas.

La relación C/N en el afluente (entrada) es la adecuada para un buen proceso de biodigestión pues estos valores tienen que mantenerse en una relación 20:1 a 40:1.

El tratamiento cuya formulación corresponde al sustrato mezcla (jitomate-pepino) alcanzó el máximo contenido de nitrógeno frente al de sustrato pepino que fue el más bajo.

Con respecto a la determinación cuantitativa de nitrógeno y fósforo no se muestra una disminución significativa puesto que ambos elementos se quedan en la fase líquida, debido a que el catabolismo del sistema favorece la producción de compuestos carbonados sobre los nitrogenados.

Así, ambos nutrientes quedan en el efluente; de mantenerse una proporción elevada en este producto líquido, este efluente podrá considerarse como un excelente bioabono orgánico.

## CONCLUSIONES

Los residuos orgánicos representan una opción viable para ser usados en la producción de biogás y biofertilizante en un biodigestor anaerobio.

El jitomate es el sustrato que se degrada biológicamente más rápido, esto por su composición más sencilla y sus altas cantidades de agua

El efluente pre-final contiene cantidades significativas de N, P, K para ser utilizado como un acondicionador de tierras.

La reducción de DBO<sub>5</sub> y DQO precisa que la materia orgánica que recibe el sistema va transformándose presumiblemente en metano y biomasa.

El proceso de biodigestión aún no concluye puesto que el efluente aun contiene olores desagradables que implican que la digestión es aún incompleta.

El aprovechamiento de residuos necesita un análisis de gestión ambiental; solo de esta manera se podrá asegurar que el manejo de residuos agrícolas se hará de forma sostenible.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Moisés Filteo compañero de la Universidad de Guanajuato división DICIS Salamanca, al estudiante y compañero de Ingeniería Bioquímica de ITESI Ulises Rangel y a la Bióloga Gilberta Vázquez de CECYTE Irapuato su apoyo y participación activa en esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Antonio Jacintos (2011). Diagnóstico del manejo de residuos de actividades agropecuarias en México (p. 1-3). México. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/431/A6.pdf?sequence=6>
- [2] Kean Sophea y TR Preston (2001). Comparación de los efluentes del biodigestor y la urea como fertilizante para las espinacas alpechín. Universidad de agricultura Tropical. Camboya (p. 1-10)
- [3] Aprovechamiento de efluentes de biodigestores. (1989) Proyecto Leña y Fuentes Alternas de energía. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. (p.6-12)
- [4] Sosa Olliver José Aurelio, Canepa Lalnes Jose Ramon. Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas. (2010) Kuxulkab. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (p.11-14) Recuperado de <http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab>
- [5] Guevara Antonio (1996). Producción de Gas y Saneamiento de Efluentes; Centro Panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente, Lima. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031042/031042.pdf>
- [6] Emerson Días Da Silva, Julio Cesar Krelinhg (2006). Evaluación de la productividad y del efluente de Biodigestores suplementados con grasas residuales. Guácimo, Costa Rica. Recuperado de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/dpg/29-06.pdf>