

Tratamiento anaeróbico de desechos de tomate en escala laboratorio*

Gloria del C. Plaza †

Resumen

El trabajo aquí presentado se refiere al desarrollo de la escala laboratorio del tratamiento anaeróbico de desechos de tomate cuyos datos aportarán el material básico para el diseño de la planta piloto.

Las experiencias se desarrollan en un reactor cilíndrico de acero inoxidable de 160 litros de capacidad. El sustrato empleado fue una mezcla de tomate y estiércol, la que se sometió a un proceso anaeróbico discontinuo.

Palabras claves: biogas, digestión anaeróbica, tomate, recirculación con bomba, tratamiento de desechos.

1 Introducción

La gran cantidad de desechos agroindustriales producidos en la región tropical y subtropical del NOA dió origen a la firma de un Convenio entre la Cooperativa Agrícola Ganadera de Anta Ltda. de Apolinario Saravia y el INENCO - UNSa para estudiar el tratamiento de los desechos y revertir esta situación.

El biogas es el producto característico de la descomposición de compuestos orgánicos por la acción de microorganismos en ausencia de oxígeno. Un gran

*Trabajo realizado en el marco del convenio con la Cooperativa Agrícola Ganadera de Anta Ltda.

†INENCO. UNSa - CONICET - Buenos Aires 177 - 4.400 Salta - Argentina

número de investigadores se interesaron en el estudio de la potencialidad de desechos orgánicos para obtener biogas (Stafford, Wise, 1.981), paralelamente se han realizado análisis del proceso mismo determinando los factores que favorecen la formación de metano (Madujano 1982, Hobson 1.983)

2 Metodología

2.1 Alimentación

Los desechos de tomate se obtienen de la Cooperativa Agrícola Ganadera de Anta Ltda. que reúne a los principales productores de la región. Las tablas 1 y 2 muestran los datos obtenidos de un relevamiento realizado en la zona. Los altos niveles de desechos orgánicos que se observan dieron lugar al desarrollo de la presente investigación.

Se desarrollaron experiencias en laboratorio, para lo cual se preparó una mezcla de tomate y estiércol para obtener una relación óptima de carbono a nitrógeno. El nitrógeno es esencial en todo organismo viviente para la formación de proteínas. Con insuficiente cantidad de nitrógeno las bacterias no pueden utilizar todo el carbono resultando un proceso ineficiente. La relación carbono a nitrógeno (C/N) no debe exceder el valor de 30 y se considera como valor ideal de 16 a 20 [2].

La mezcla se diluyó obteniéndose una producto con 8% de sólidos totales, a pesar de trabajar con un reactor discontinuo que permitiría mayores márgenes de concentración. El porcentaje en peso de sólidos totales aconsejado para reactores continuos se encuentra entre 8 y 12%, [1].

Los componentes de la alimentación tienen las características que se detallan en la tabla 3.

2.2 Digestor a escala laboratorio

El proceso tuvo lugar en un reactor del tipo convencional en forma discontinua. El reactor cilíndrico, de acero inoxidable, tiene una capacidad total de 160 litros. Se esquematiza en Figura 1 el reactor, sistema de recirculación y almacenaje de biogas.

La mezcla incorporada al reactor fue periódicamente homogeneizada, bombeándola externamente de la parte superior a la inferior del digestor.

El proceso estuvo totalmente controlado en temperatura, mediante un controlador on-off que activa las resistencias laterales cuando la temperatura del reactor se desvía del valor de referencia.

El biogas producido se almacena en un gasómetro separado del reactor que tiene una capacidad de 210 litros.

La cantidad de biogas producida se obtuvo midiendo la altura del gasómetro y considerando las correcciones correspondientes.

La composición del biogas fue determinada en un sistema ORSAT. Se desprecian las cantidades de otros gases que puedan estar presentes en la muestra.

2.3 Inóculo

El inóculo fue obtenido de un reactor en operación regularmente alimentado con estiércol vacuno, su incorporación representó un 7% de la carga total.

2.4 Estabilización y operación

El proceso desarrollado considera las siguientes etapas:

1.-Trituración: Se trituró la mezcla con el fin de trabajar con una carga homogénea que tenga una gran area específica, lo que no asegura que se adopte ésta granulometría en una escala mayor.

2.-Prefermentación: Uno de los factores que interactúan influyendo en el rendimiento del digestor para producir mayor cantidad de biogas de alta calidad combustible, es el pH. Esta es una medida de la acidez del material. Asimismo es necesario conocer la capacidad buffer de la carga, osea su resistencia a los cambios de pH. El estiércol vacuno generalmente tiene suficiente alcalinidad para mantener el pH de un digestor anaeróbico dentro del rango de 7 a 8.5, resultando la biodigestión de ésta materia prima un proceso muy estable. En el caso del tomate, la capacidad buffer se encuentra muy limitada.

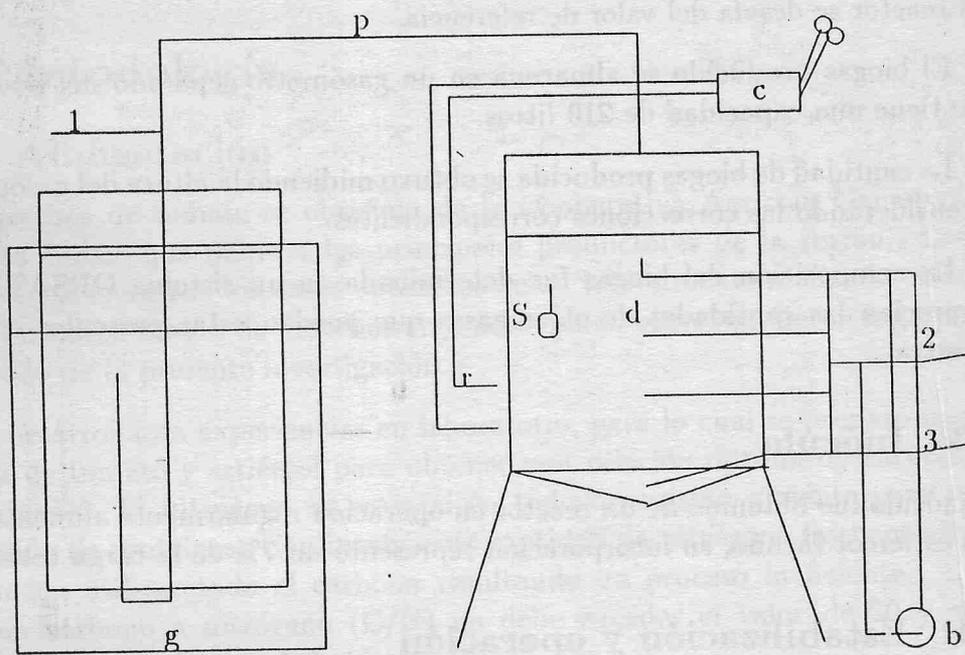


Figura 1:

Esquema del equipamiento disponible en el laboratorio. 1: purga del biogas; 2: carga al digester; 3: descarga del digester y toma de muestra; g: gasómetro; d: digester; p: purificadores; c: controlador de temperatura; r: resistencias de calefacción; s: sensor del controlador; b: bomba de recirculación.

Durante la fase de prefermentación el nivel de ácidos volátiles puede aumentar aproximadamente 25 veces su valor inicial, dependiendo de las condiciones y tiempo de exposición de la materia prima. Los datos experimentales del desarrollo de ácidos volátiles se informa en tabla 4.

Cuando se desequilibran las velocidades de formación de ácidos y de metano se acumula peligrosamente ácidos y puede llegar a desestabilizar el proceso, más aún, si el pH inicial se encuentra por debajo del valor aconsejable. El control de éste efecto lo logramos con el agregado de hidróxido de calcio en proporción no mayor a la aconsejada 4.500 mg/litros.

3.-Precalentamiento: La carga fue precalentada a la temperatura de trabajo y luego mantenida en 35 C con un controlador de temperatura.

4.-Digestión anaeróbica: El proceso de biodigestión tuvo lugar durante 30 días a temperatura de 35C, pH 7-8, agitándose con bomba durante 10 min una vez al día.

El proceso se desarrolló normalmente después del segundo día de digestión sin la necesidad de agregar alguna sustancia controlante.

3 Resultados y Discusión

Del proceso de biodigestión se obtuvieron como productos biogas y bioabono con características dependientes fundamentalmente del tipo de materia prima y condiciones de operación. Nuestro propósito fue situarnos en las mejores condiciones de operación para así caracterizar nuestra materia prima.

La producción de biogas por día y acumulado se muestra en la figura 2. El biogas obtenido tiene una composición media de 75% de metano, lo que significa una mejor calidad combustible del biogas con respecto a la obtenida con una carga de estiércol pura (en el orden de 60%). El total de biogas acumulado en los 30 días fue de 1.700 litros.

Con respecto al bioabono obtenido, fue caracterizado en sus elementos nutrientes fundamentales para ser incorporados en el terreno, Tabla 5. El barro tiene excelentes cualidades fertilizantes, además de las propiedades generales de los fertilizantes orgánicos como ser: de airear el terreno, retardar la eva-

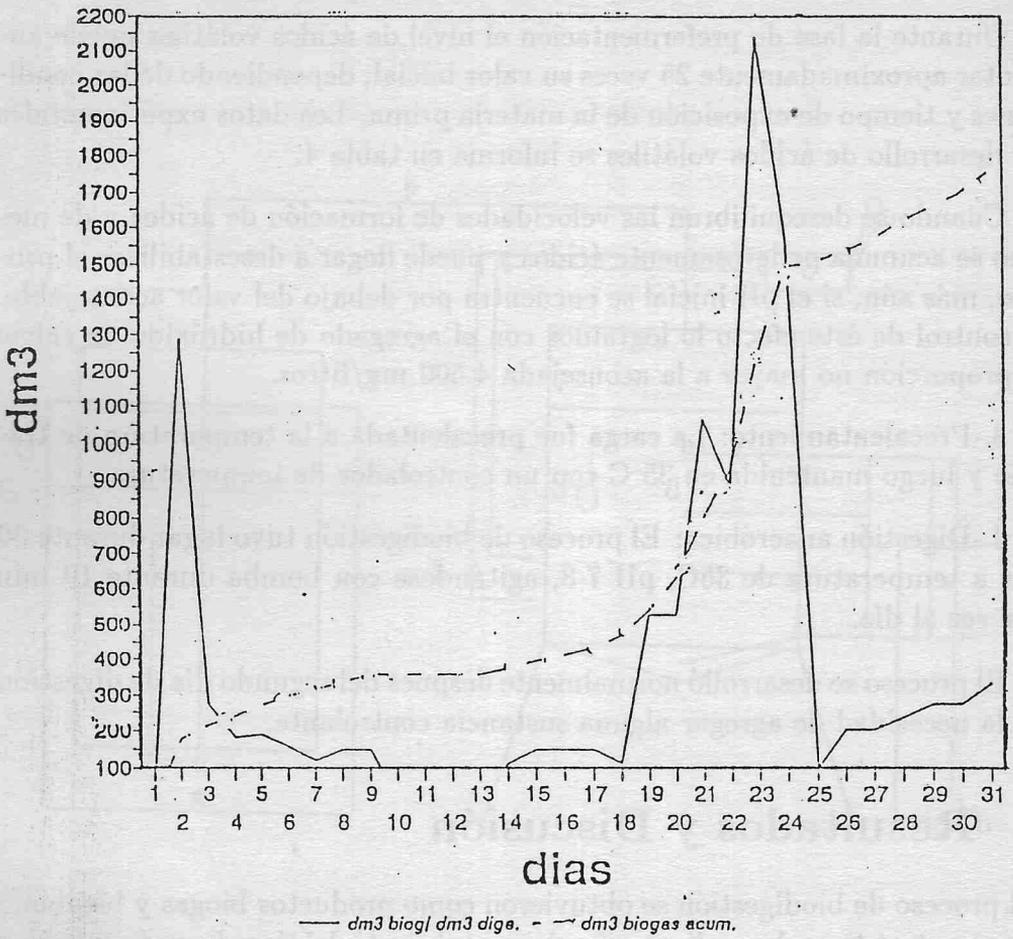


Figura 2:

Producción de biogas. Biodigestión de desechos de tomate con 20% de estiércol vacuno.

poración de humedad en climas secos, mantener vivos los microorganismos vitales del terreno, funcionar como buffer del terreno, etc.

En el proceso de biodigestión de una mezcla de desechos de tomate y estiércol vacuno resulta completamente estable con un control inicial de ácidos volátiles. Este control puede lograrse con el agregado de una sustancia controlante, tal es nuestro caso con hidróxido de calcio. Así también podría controlarse operándolo con una carga inicial de estiércol vacuno puro y el reemplazo sucesivo en etapas, de fracciones de la capacidad total del digestor con cargas de desechos de tomate hasta lograr su operación con ésta materia prima pura. Una tercer alternativa es la de adaptar nuestra materia prima procesando una porción de carga anaeróbicamente e inoculando con ésta la carga de nuestro digestor.

4 Agradecimientos

El presente trabajo fue parcialmente financiado por la Cooperativa Agrícola Ganadera de Anta Ltda..

Al Ing. Eduardo Corbalán del INTA Salta y a la Ing. Raquel Salomón en el desarrollo de los análisis químicos. Al Ing. Sergio Gueijman en el seguimiento del proceso.

Referencias

- [1] *Análisis tecnológico de la generación de biogas*. 1984.
- [2] G. Gloria. *Handbook for training course rural biogas*. 1983.

Tabla 1: Disponibilidad de residuos agrícolas

Cultivo (meses)	Terreno cultivado ha	Producciones			Residuos	
		anuales tn/ha/a	total tn/a	factor %	total tn/a	kg/d
Tomate(O-N-D)	2000	30	60000	20	12000	120
Tabaco(D-E-F)	100	1.5	150	15	22.5	0.22
Poroto(M-J)	1000	1.2	1200	20	240	3.4
Soja(M-J)	2000	1.2	2400	15	360	5.14
Hortalizas(M a O)	600	40	24000	20	4800	30
Cártamo(Mz-A)	200	2.2	440	20	88	1.25

Mz: marzo , M: mayo

Tabla 2: Disponibilidad de desechos animales

Especie	Cabezas	Producción de desechos	
		por cabeza kg ST/d/cab	total kg ST/d
porcino	1000	2.25	2250
vacuno	20000	6.2	124000

Tabla 3: Caracterización de la materia prima

Mat.prima	C/N (1)	Sólidos Totales %	Humedad %	Sólidos Volátiles %	Ceniza %
Tomate	12	10.08	89.32	6.29	93.70
Est.vacuno	30	55.73	44.27	36.99	63.01

Tabla 4: Determinación experimental del contenido de ácidos volátiles

Muestra	Tiempo de exposición (horas)	Acidos Volátiles (mg ácido acético/g ST)
Tomate fresco	0	0.20
Tomate molido	40	5.23

Tabla 5: Caracterización en componentes nutrientes

Muestra	C%	N%	P%	K%
Estiércol vacuno	33	2.06	0.7	2.65
Tomate	51.9	3.49	0.4	3.64
Bioabono	32.9	2.67	0.63	3.20