

OBTENCIÓN DE BIOGAS A PARTIR DE BAGAZO DE PERA Y MANZANA, FRACCIÓN ORGÁNICA DE RSU Y EFLUENTES CLOACALES.

Hugo Curzel¹, Marisa Biec¹, Máximo Sacks¹, Tito Noelia¹, Campaña Horacio²

¹ Equipo Investigación y Extensión Energía Desarrollo Sustentables Alimentación (EDESA)

Universidad Nacional del Comahue edesa@facta.uncoma.edu.ar

² Universidad Tecnológica Nacional Regional Bahía Blanca

Recibido 13/08/18, aceptado 25/09/18

RESUMEN. Se planteó la necesidad de dar respuesta a la problemática de la gran cantidad de residuos agroindustriales generados en la molienda de peras y manzanas en empresa juguera de la zona de Villa Regina. Para esto se consideró aprovechar mediante codigestión los RSU (Residuos Sólidos Urbanos) cuya producción es de aproximadamente 0.900 Kg por día por persona y aguas cloacales. Se ha propuesto presentar un proyecto de investigación, que a la vez, contemple acciones extensionistas y de docencia, cuyo objetivo principal es: la obtención de una enmienda orgánica (sólida/ líquida) y biogás. Se pretende, además mitigar las acciones negativas sobre el ambiente y los ecosistemas naturales, al lograr reducciones considerables de volumen de bagazo y RSU, depositados en Basureros a Cielo Abierto (BCA), disminuir los impactos ambientales negativos, olores nauseabundos, presencia de roedores y vectores, factibilidad de diseminación de enfermedades dérmica, alergias, etc.

Palabras Claves: Residuos agroindustriales, Residuos Sólidos Urbanos, Enmiendas Orgánicas, Biogás.

INTRODUCCION

La utilización de biomasa para producir energía, propende a tener menor impacto ambiental, menos emisiones de CO₂ en forma directa a la atmosfera, mejor calidad de vida, sistemas productivos más eficientes (baja de costos por consumo de energía), certificación de responsabilidad social. Ahora bien, se plantea, también la necesidad de que la energía renovable debe ser apropiable por la sociedad. En nuestro país existen megaproyectos en energías renovables que no cumplen con este requisito de apropiabilidad ya sea por problemas de distribución o por aislamiento de las zonas productivas. En nuestra provincia hay zonas rurales¹, que no poseen los servicios básicos y en donde la codigestión de RSU y agua de cloacas utilizando digestores anaeróbicos² pueden hacer un aporte para elevar la calidad de vida de los habitantes; y donde la obtención de enmiendas orgánicas^{4,6} puede ser un suplemento para incorporar al suelo y evitar la utilización de agroquímicos. El uso de estos digestores anaeróbicos es una opción en zonas rurales que posibilita el desarrollo local.

Sabiendo que la Bioenergía es la energía procedente de la biomasa, y comprende todas las formas de energía derivadas de combustibles de origen renovable, que incluye tanto los cultivos destinados a producir energía, como las plantaciones polivalentes y los subproductos (residuos y desechos, generados por las actividades agrícolas (RAC), silvícolas y ganaderas; residuos de la industria agroalimentaria (RAI) y de la industria de la madera (aserraderos, fábricas de papel, muebles) así como residuos de depuradoras de líquidos cloacales y los residuos agroindustriales⁵, ganaderos. La digestión anaeróbica⁴ (en particular utilizando codigestión) es una de las tecnologías que permite no solo generar bienestar sino también, mitigar daños ambientales, recuperar suelos⁷, disminuir el uso de energía fósil y generar desarrollo local de la región.

Se pretende, además mitigar las acciones negativas sobre el ambiente y los ecosistemas naturales, al lograr reducciones considerables de volumen de bagazo y RSU, depositados en Basureros a Cielo Abierto (BCA), disminuir los impactos ambientales negativos, olores nauseabundos, presencia de roedores y vectores, factibilidad de diseminación de enfermedades dérmica, alergias, etc. Se trata además de sensibilizar, concientizar a la sociedad en la aplicación del modelo de las 5R (Reducir, Reparar, Recuperar, Reciclar, Reutilizar) potenciando la aplicación de la separación in situ y logrando incorporar el concepto “del residuo al insumo de un nuevo proceso” aportando conceptos de la Economía circular. Considerando que al consumo no racional alentado desde el **Úselo y Tírelo** se suma la **Obsolescencia Planificada** de bienes, generando mayor uso de recursos naturales, energía fósil, daño al ambiente y humedales. Por esto, es necesario la reutilización de los residuos y operaciones tecnológicas que ayuden a mitigar las acciones antrópicas negativas, para cambiar urgentemente los paradigmas consumistas que tanto agreden al ambiente.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó la fracción orgánica de RSU (teniendo en cuenta que aproximadamente el 45% de RSU es materia orgánica) y se la mezcló en distintas proporciones con bagazo de peras y manzanas (conformación de sustrato sólido para la codigestión anaeróbica). Esta mezcla se diluyó con efluente proveniente de las lagunas de oxidación de la ciudad, dándole un tiempo de retención hidráulico³ (teórico) de 30 días. Todos los ensayos se hicieron por duplicado. Se caracterizó el estado inicial por medio de los siguientes parámetros: pH, Sólidos volátiles y cenizas. Las mediciones fisicoquímicas se llevaron a cabo según los métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales (APHA, AWWA, WPCF, 2005). La primera experiencia se realizó con un pH inicial de 7 y sin molienda previa (partículas tamaño natural). Los resultados obtenidos al cabo de 7 días de iniciada la experiencia mostraron que el pH había bajado a valores de 4.2, no tuvo la degradación esperada la materia orgánica, por lo que el olor era muy desagradable. Esto llevó a proponer ajustes con respecto al tamaño de las partículas composición de la mezcla y elevar el valor del pH inicial a 11.

Los digestores fueron sifones de plástico a los que se les incorporaron dos llaves, una se usa para extraer muestra a analizar y la restante para extraer fluido gaseoso. Se definió trabajar con varias muestras de distinta composición a fin de poder encontrar la más conveniente. Los digestores se colocaron en un baño de agua termostático entre 35°C y 40°C (régimen mesofílico) en oscuridad, evitando así la acción de la luz (fotosíntesis). Se repitieron cuatro experiencias, cada una de ellas con dos muestras dando resultados distintos entre la primera experiencia y las restantes. Al modificar el tamaño de la partícula de la composición y aumentar el valor de pH inicial con el agregado de cal se consiguió que en las tres últimas experiencias resultara muy poca variación en los valores de las variables, como así también en la obtención de fluido gaseoso.

Se realizaron análisis iniciales de las muestras para estimar cómo varían ciertos parámetros luego del proceso de digestión anaeróbica.

Métodos utilizados

- Carbono Orgánico: Método de Davis
- pH: Método: UNE 77035:19883
- Conductividad: UNE-EN 27888:1994
- Nitrógeno Total: UNE-EN 25663:1994

Determinación	pH	Conductividad (ms/cm)	Materia Seca (%)	Materia Orgánica (%)	Carbono Orgánico (%)	Nitrógeno Total (%)
RSU	5.67	2.56	23.94	92.04	53.38	3.38
Bagazo(pera y manzana)	3.8	0.31	50.67	99.76	57.86	2.17
Efluente	6.8					

Tabla 1. Determinaciones iniciales propiedades fisicoquímicas

Los digestores se conectan individualmente a un manómetro, con una llave que permite el pasaje del biogás producido al medidor de volumen (desplazamiento de agua), una vez realizada esta medición, se conecta el bypass que permite que el fluido pase por un filtro (viruta de acero para eliminar SH₂), luego pasa por un dispositivo arresta llama para ir al quemador; también, el sistema contempla la posibilidad de almacenar el fluido obtenido en la reacción anaeróbica para luego ser utilizado. El equipo permite, después del manómetro, extraer fluido para que puedan analizarse los componentes del gas obtenido. Habiéndose hecho mezclas de distinta composición, se detallan las mismas a continuación:

De la fracción orgánica del RSU se prepara una Composición tipo de RSD (Residuos Sólidos Domésticos):

Cascara de papa, puré de papa, lechuga, naranja, manzana, uva, fideo cocido, arroz cocido, milanesa de pollo, zanahoria, zapallo anco, zapallito, durazno, apio, banana, albóndiga de cerdo, pan, cascara de huevo y perejil. Estos ingredientes se procesaron hasta obtener una pasta homogénea.

Reactor	Fecha	pH	Temperatura del baño (°C)	Observación
A	29/06/17	11,6	38- 40	Inicio
B		11,7		
A	03/07/17	10,1	38- 40	El pH del reactor baja abruptamente
B		6,5		
A	06/07/17	10,5	35	
B		6,7		
A	11/07/17	9,3	35	A: producción de gas B: no produce gas
B		6,5		
A	13/07/17	6,8	30	A: producción de gas B: no produce gas
B		6,2		
A	18/07/17	7,0	35	A: producción de gas B: no produce gas
B		5,8		
A	20/07/17	7,1	35	A: producción de gas B: no produce gas
B		5,8		
A	25/07/17	7,0	31	A: produce gas B: no produce gas
B		5,6		
A	27/07/17	6,8	35	A: no produce gas B: no produce gas
B		5,8		
A	01/08/17	6,6	35	A: no produce gas B: no produce gas
B		5,6		

Tabla 2: Registro de pH y temperatura

Pre-mezcla A

100 gr de RSD + 150 gr bagazo.

A esta mezcla se agrega cal al 0,5 %, quedando en pH de 11 y se deja en digestión anaeróbica por 4 días.

Pre-mezcla B

250 gr de RSD, se le agrega cal al 0,5 %, quedando en pH de 11 y se deja en digestión anaeróbica por 4 días.

A las mezclas finales que se colocaran en los digestores se les agrega 1000 ml de efluente de pileta de oxidación.

Mezcla A

100 gr de RSD + 150 gr bagazo + 1000 ml de efluente (laguna). Dado que el pH había descendido a 4,94 se ajusta nuevamente a pH 11 y se coloca en baño de agua termostatzado a temperatura de 40°C.

Mezcla B

250 gr de RSD + 1000 ml de efluente de laguna. Dado que el pH había descendido a 5,27 se ajusta nuevamente a pH 11 y se coloca en baño de agua termostatzado a temperatura de 40°C.

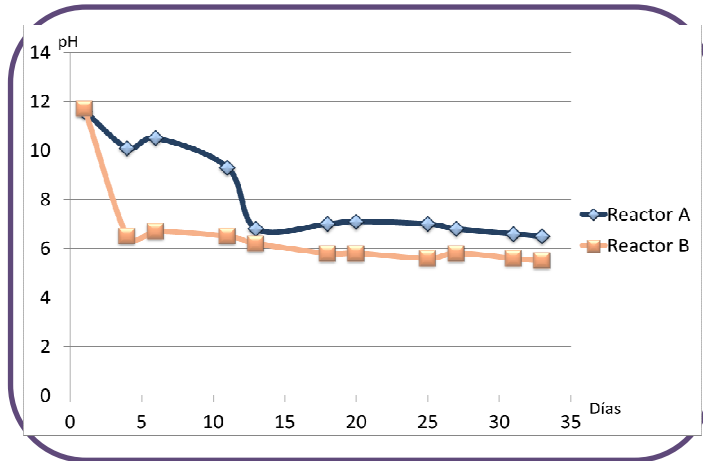


Figura 1 Variación de pH entre REACTOR A y REACTOR B



Figura 2-3 Laguna de oxidación



Figura 4,5 Baño, manómetro y medidor de volumen

Las últimas experiencias se realizaron con las siguientes combinaciones:

R1 Mezcla 1: 250grs. de bagazo + 1000ml de efluente cloacal
pH Mezcla: 4.45 pH corregido=12

R2 Mezcla 2: 400grs. de bagazo + 1000ml de efluente cloacal
pH Mezcla: 4.45 pH corregido=12

R3 Mezcla 3: 500grs. de bagazo + 1000ml de efluente cloacal
pH Mezcla: 4.21 pH corregido: 12.2

Donde, por un lado se tomaron datos del volumen de fluido generado, se midió la presión interna, con manómetro y se determinó la presencia de gas mediante la llama producida.

Se tomaron mediciones de presión, al solo efecto de corroborar que la presión interna en los recipientes no sobrepase valores de 300 mm.c.a, para que no haya una disminución de la actividad en la metanogénesis en los digestores. Se realizaron las mediciones de volumen, por el método de desplazamiento de líquido en probetas graduadas, se obtuvieron los datos que se visualizan en la tabla 3.

Hs	R1	R2	R3
24	X	X	X
72	320	145	170
168	950	500	650
240	1700	900	1100
360	1500	1000	1300
504	X	X	X

Tabla 3: Medición de volumen de fluido gaseoso en ml

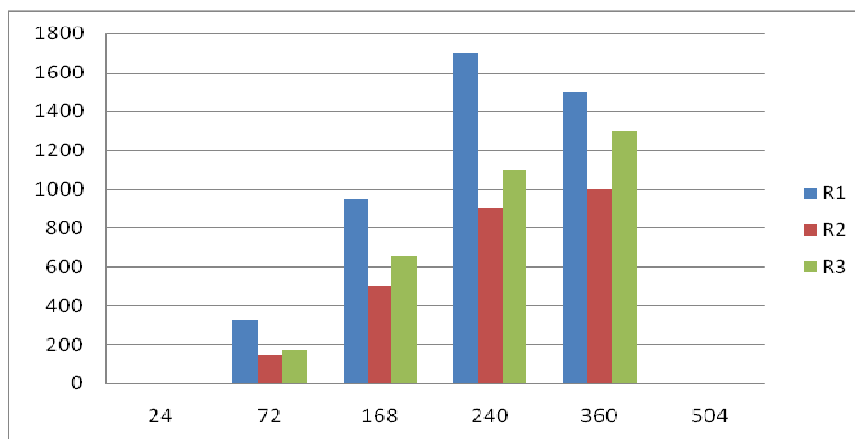


Figura 5- Variación de fluido gaseoso en función del tiempo (datos de Tabla 3).

RESULTADOS

El reactor 1 es el que registra mayor valor de presión y volumen de fluido generado. El Reactor 2 es el que menos ha producido, tanto en presión como volumen de fluido. Y el Reactor 3 muestra valores intermedios de ambas variables. Además de medir el volumen generado, se comprobó que el fluido gaseoso generaba una llama de color azul intenso, de 20 a 45 segundos de duración. En experiencias posteriores se cumplieron los mismos resultados. En el reactor 1 la preparación de la fracción orgánica de RSU tiene las variaciones propias de los residuos domiciliarios.

DISCUSION

Con respecto a la evolución del pH en los digestores A y B, observamos una disminución importante en el reactor B, esto lo podemos relacionar con la composición de la mezcla. La misma está compuesta exclusivamente por RSD (residuos sólidos domésticos), con gran cantidad de lípidos, estos en la etapa

de hidrólisis producen ácidos grasos volátiles que pueden ocasionar el descenso de pH. Por el contrario, en el reactor A la mezcla está compuesta por dos sustratos, RSD y bagazo de pera y manzana; donde si bien hay descenso de pH, se da en forma gradual.

El reactor B no produjo biogás en el tiempo de retención (30 días), una de las razones puede ser el descenso marcado del pH, el tamaño de partícula de la mezcla, y la relación carbono/nitrógeno que era de 16/1.

El reactor A con respecto al tamaño de partícula, la presenta muy homogénea ya que proviene de un proceso industrial, específicamente es el residuo de una juguera de la zona. Se observa producción de biogás aproximadamente a la semana y cesa en la cuarta y quinta semana, cuando el pH se encuentra en 6.

Otra diferencia que se observó en ambos reactores fue el aroma al tomar la muestra. El reactor B presentó en todo el tiempo de retención, un fuerte olor a aguas residuales. Por el contrario, el reactor A, a medida que progresaba la digestión iba disminuyendo y al final, en la quinta semana, no se percibía este olor.

CONCLUSIONES

Se concluye que la mezcla RSD y bagazo de pera y manzana ha sido favorable para el desarrollo de biogás y enmienda sólida y líquida. El pH ha descendido en forma gradual, la mezcla presenta mayor homogeneidad, la relación carbono/nitrógeno ha sido (22/1) y la temperatura fue de 35°C. Por el contrario la mezcla con RSD, sin bagazo, no ha sido favorable para la producción de biogás. Se observó que la mezcla bagazo de pera y manzana, sin RSD, también es favorable para la producción de biogás y enmienda sólida y/o líquida.

La experimentación realizada en este trabajo exploratorio, muestra que utilizar bagazo en lugar de la fracción orgánica de RSU, más allá de haber estandarizado la RSD tiene ventajas, como por ejemplo, una obtención más segura, sistemática y regular, facilitando la estandarización de variables, además de no necesitar molienda previa.

Se prosigue con el trabajo tomando como objetivo las condiciones y parámetros óptimos para lograr la producción de gas y cuantificar el porcentaje de metano que se obtendría. Se plantea la necesidad de ahondar utilizando la Metodología de la Superficie de Respuesta (RSM) más allá del diseño experimental, para lograr definir las condiciones óptimas. Esto supone un reto para el grupo ya que requiere una estrategia más completa.

REFERENCIAS

- Cardozo F., Gornitzky C.; PalioffNosal C. Energías Renovables para el desarrollo rural. Compilacion del Centro de Investigacion y Desarrollo tecnologico para la pequeña agricultura Familiar
- Campaña H., P. Benedetti, A. Airasca, S. Fiotto. (2011). Determinación del tiempo de retención en un reactor anaeróbico para optimizar la generación de biogás a partir de la digestión de barros activados residuales. AVERMA, ISSN 0329-5184, Volumen 15.
- Dido C. , Mieres F., Benedetti P., Campaña H. (2012). Producción de biogas y biofertilizantes. Una alternativa para la gestión eficiente de residuos en la intensificación agropecuaria. I Jornadas de Ambiente – Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aire- Tandil.
- Campaña H., Benedetti P., Uribe Echevarría M., Airasca A., Dido C., Mieres F. (2014). Reseña del trabajo realizado por GEIA en la obtención de biogás a partir de residuos agroindustriales” 1er Congreso de Energías Sustentables- Bahía Blanca – Argentina ISBN/ISSN 978-987-1896-35-6.
- Benedetti P., Airasca A., Uribe Echevarría M., Campaña H (2014) Generación de biogás a partir de codigestión de residuos de agroindustria. XI Taller y Simposio Latinoamericano de Digestión Anaerobia- La Habana, Cuba.

Hilbert J. (2017) Desafíos del aprovechamiento de la biomasa agropecuaria en diferentes bioproductos de alto valor agregado. Presentado en el Curso Internacional de Fruticultura de Precisión. APHA, AWWA, WPCF, 2005 Estandar Methods for Examination of Water and Wasterwatter,21th Ed, Diaz de Santos.

ABSTRACT

It has been proposed to present a research project, which at the same time, includes extension and teaching actions, whose main objective is: obtaining an organic amendment (solid / liquid) and biogas. It is also intended to mitigate negative actions on the environment and natural ecosystems, by achieving considerable reductions in bagasse volume of pears and apples from the jugera industry, sewage effluents and MSW, deposited in open-air dumps (BCA), decrease negative environmental impacts, nauseating odors, presence of rodents and vectors, feasibility of dissemination of dermal diseases, allergies, etc. It is also about raising awareness, society awareness in the application of the model of the 5R (Reduce, Repair, Recover, Recycle, Reuse) enhancing the application of the separation in situ and managing to incorporate the concept "from the waste to the input of a new process".

KeyWords: Agroindustrial Residues, Urban Solid Waste, Organic Amendments, Biogas