

PROCESOS DE MEJORAMIENTO EN EL RENDIMIENTO DEL ASERRÍN UTILIZADO COMO MATERIA ORGÁNICA EN UN BIODIGESTOR

R.Aeberhard¹, J. Corace¹, P. Martina¹, E. García Solá, G.Tortosa¹, A. Ventín¹

¹G.I.D.E.R.(Grupo de Investigación y Desarrollo en Energías Renovables)

Departamento de Termodinámica y Máquinas Térmicas – Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Nordeste – Av. Las Heras 727 – (3500) Resistencia-Chaco
Tel. 03722-420076 – raquelaeberhard@yahoo.com.ar

RESUMEN: El presente trabajo constituye un informe preliminar de un proceso de investigación que tiene por objeto difundir la técnica empleada en el tratamiento de deslignificación de la madera para mejorar el rendimiento en la digestión anaeróbica del aserrín usado como materia orgánica en un biodigestor. Los ensayos se realizaron utilizando distintos tamaños de partículas. Para reducir la relación C/N del aserrín se procedió a tratar a la madera con diferentes métodos y se compararon los resultados obtenidos.

Palabras clave: biodigestión anaeróbica, aserrín, deslignificación, relación C/N.

INTRODUCCIÓN

Generalmente los residuos lignocelulósicos originados en la industria maderera no son utilizados en forma apropiada. La acumulación de estos desechos en los que se encuentra el aserrín, ocupan un espacio físico importante dentro de los lugares de trabajo tornándose inclusive peligrosos.

Entre los riesgos que provoca el aserrín se pueden mencionar: problemas de salud como asma, bronquitis crónica, problemas respiratorios causados por alergias, dermatitis, cánceres pulmonares, gastrointestinales y nasales. Otro peligro causado por la acumulación del aserrín es la posibilidad de incendios. En las siguientes fotos (Foto 1 y 2) se observa la aglomeración de aserrín en la carpintería de la Facultad de Ingeniería UNNE.



Foto 1: Aserrín en la carpintería de la UNNE



Foto 2: Acumulación de aserrín

Por todo lo expuesto se observó la posibilidad de utilizar los desechos madereros como un producto útil transformándolos en energía.

El grupo G.I.D.E.R. (grupo de Investigación y Desarrollo en Energías Renovables) ha desarrollado un biodigestor (Martina et al. 2003) para producir gas metano a partir de la digestión anaeróbica de residuos orgánicos. Los primeros ensayos se realizaron con residuos de cocina, donde los resultados obtenidos fueron muy favorables. De allí la idea de obtener gas metano a partir del aserrín

Las ventajas que presenta la utilización del aserrín como materia orgánica (Martina et al.,2005) son las siguientes: el carbono de origen no fósil que provee la biomasa (plantas, maderas, aserrín, bostas) es inagotable, mejora las condiciones ambientales y de seguridad convirtiéndolo en una solución para los aserraderos además el nitrato residual permite obtener beneficios adicionales como fertilizante y abono.

El inconveniente que presenta la utilización del aserrín como materia orgánica en un digestor anaeróbico es la presencia de lignina, que es el principal componente de la madera. La lignina no es digerible por las bacterias (Kollmann, 1951) ya que es un heteropolímero amorfo formado por cadenas de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Sin embargo puede revertirse este problema con la eliminación de la lignina a través de diferentes métodos como ser el macerado, compostado o tratamiento con sustancias químicas (Libby, 1974).

Existe en la bibliografía abundantes experiencias realizadas sobre la digestión anaeróbica que utilizan como productos orgánicos por ejemplo: excretas de cerdos, vacuno, aves, desechos agrícolas, silvícolas, etc.

Técnicamente la digestión anaeróbica de la madera no es posible sin algún pre-tratamiento que permita facilitar la biodegradación (Carrillo, 2003).

En la siguiente tabla se compara la relación C/N (Carbono / Nitrógeno) de varios productos residuales:

Sustancia	C / N
Orina	0,8
Estiércol equino	25
Estiércol vacuno	18
Aserrín	511
Basura	25

Tabla 1: Relación Carbono/Nitrógeno en residuos varios

Una relación C/N de 16/1 se considera óptima para una buena producción de gas (Taiganides, 1980), aunque a valores mayores puede obtenerse biogás no se puede superar la relación 30/1.

Si bien, como se observa en la tabla 1, para el aserrín es bajo el rendimiento por la alta relación C/N, se logra disminuir la misma a través de dos procesos simultáneos: el tratamiento químico del aserrín previo a la digestión y la utilización de un inoculante que incremente la proporción de nitrógeno.

Aunque es ampliamente reconocido que el amoníaco es el principal nutriente nitrogenado para los microorganismos (aproximadamente el 80 % de las especies presentes pueden crecer con amoníaco como única fuente de N), algunas bacterias también utilizan aminoácidos y péptidos, y aparentemente la presencia de los mismos, sería esencial para una síntesis eficiente de proteína microbiana. Proceso que mejoraría el rendimiento de la producción de biogás a partir de la digestión anaeróbica.

Se han realizado distintos trabajos con el objeto de determinar la influencia de la suplementación con urea en las características del ambiente del digestor.

La máxima actividad bacteriana se logra cuando el ambiente es óptimo, es decir, que tanto la digestión de la fibra como la multiplicación bacteriana deben alcanzar su punto máximo. Se observó que dicho ambiente se logra cuando el pH del sustrato varía en el rango de 6,7-6,8 y la concentración de amoníaco (NH₃) es de 5-8 mg/dl .

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Experiencias anteriores (Corace et al. 2006) demostraron que si bien el aserrín, tratado previamente con soda cáustica, utilizado como materia orgánica, aumentó el rendimiento en la digestión anaeróbica, este procedimiento no fue suficiente, por lo que se propuso trabajar en diferentes condiciones.

Preparación de las muestras:

Para poder comparar el tiempo de reacción en el proceso de biodigestión todas las muestras fueron tratadas previamente utilizando soda cáustica para eliminar la lignina. Para ello fue sumergida cada muestra durante 4 días en 1 lt de soda cáustica con una concentración de 22 gr/lt. A continuación las muestras E,F,G y H fueron sumergidas en una solución de 7% NH₄OH como muestra la foto 3.

Para la realización de los ensayos se adaptaron jeringas de 60 ml. como digestores, aprovechándose la boca inferior para el ingreso del producto (aserrín). Posteriormente a la carga de los digestores (foto 4), se agregó a cada uno un inoculante formado por una mezcla de orina y estiércol, introduciéndose también agua teniendo en cuenta un 30% de sólidos y 70% de líquidos (en peso) formando en total el 70% del digestor y quedando un 30% de aire.



Foto 3: Tratamiento previo del aserrín



Foto 4: Carga de los digestores

Cada digestor fue cargado y etiquetado según el tamaño de las partículas de aserrín. Tabla N°2

Digestor	Con tratamiento- soda cáustica				Con tratamiento- soda cáustica – NH ₄ OH			
	A	B	C	D	E	F	G	H
Tamaño (mm)	< 1,19	1,19-2,38	2,38-4,00	>4,00	< 1,19	1,19-2,38	2,38-4,00	>4,00

Tabla N°2 : Caracterización de los digestores según el tamaño de las partículas

Para finalizar se cerraron y sellaron las bocas herméticamente para evitar el escape de gas y se introdujeron los digestores a baño maría para asegurar que la temperatura permanezca constante durante el proceso de digestión en aproximadamente 40°C, como se observa en las fotos 5 y 6 .



Foto 5: Digestores a baño maría



Foto 6: Controlador de temperatura

Ensayos Realizados

Una vez finalizado el proceso de deslignificación, los digestores (4 con tratamiento: soda cáustica y 4 con tratamiento: soda cáustica – NH₄OH al 7%) fueron introducidos a baño maría a una temperatura de 40°C que se mantuvo constante durante 40 días, tiempo de duración del ensayo.

Los digestores fueron extraídos cada día determinándose la variación de volumen de los mismos. Al cabo de los 9 días de iniciados los ensayos se apreciaron cambios de volumen en la mayoría de las muestras.

Los cambios de volumen observados demostraron la producción de gas y fueron tabulados periódicamente junto con la presión atmosférica, pudiéndose determinar el volumen de gas generado.

Dado que la constante de los gases es igual a $R_p = 31,172 \text{ Kgfm/Kg}^\circ\text{K}$, a partir de la ecuación de estado de los gases perfectos (Martina et al., 2005)

$$p.V = M.R_p.T \quad (1)$$

se calculó el rendimiento expresado como cantidad de gas en "mililitros" obtenido por cantidad en kilogramos de materia sólida volátil o volatilizable.

El valor alcanzado resultó aproximadamente 1,06 ml de gas/kg de material, que corresponde a la muestra rotulada A, tratada previamente con soda cáustica y se refiere al menor tamaño de partícula.

Para el cálculo del rendimiento se tomó como testigo sólo la muestra A representativa del conjunto, de la que se obtuvo el mejor resultado.

En el caso de los ensayos realizados con soda cáustica y NH₄OH el rendimiento obtenido por sólidos digeridos fue de aproximadamente 1,15 ml de gas/kg de material para las probetas E y G que manifestaron el mejor comportamiento.

En los siguientes gráficos (gráficos 1 y 2), se comparan los resultados obtenidos de la digestión anaeróbica para diferentes tamaños de las partículas de aserrín, para muestras tratadas con soda cáustica y con NH₄OH al 7%.

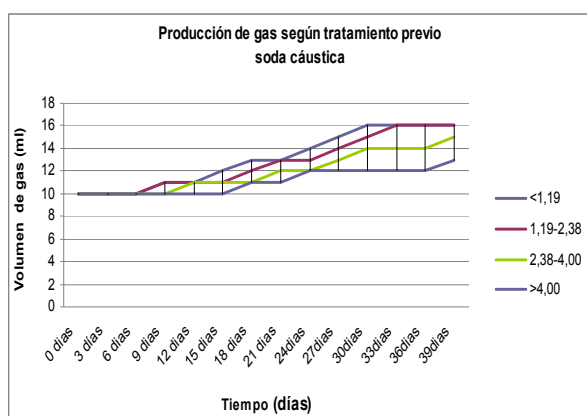


Gráfico 1: Producción de gas según tratamiento de soda cáustica

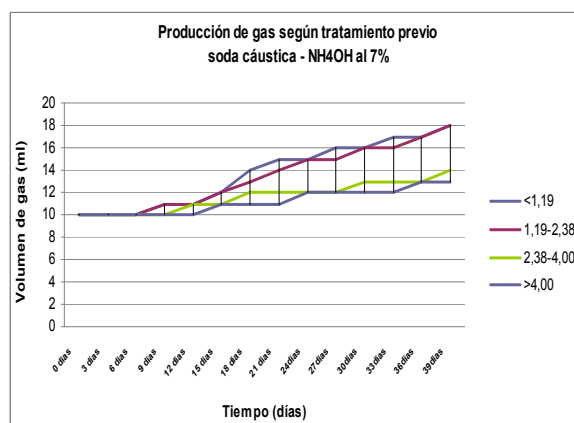


Gráfico 2: Producción de gas según tratamiento de soda cáustica y NH₄OH

En el gráfico 1 se indica la variación de volumen de gas generado en función del tiempo, para diferentes tamaños de partículas de aserrín y con pre-tratamiento en base a soda cáustica. Se observa que la mayor cantidad de gas generado se obtuvo con el digestor A que contenía las partículas de menor tamaño.

En el gráfico 2 se indica también la variación de volumen de gas generado en función del tiempo, para diferentes tamaños de las partículas de aserrín, tratadas previamente con soda cáustica e NH₄OH al 7%. En estos ensayos se advirtió que el volumen de gas generado fue mayor que el producido al tratarse el aserrín sólo con soda cáustica, resultado ya esperado.

CONCLUSIÓN

Como se mencionó anteriormente el presente informe constituye un estudio previo de un proceso de investigación para difundir la técnica utilizada en el procedimiento de deslignificación del aserrín y verificar que el tiempo de reacción mejora considerablemente si existe un tratamiento previo de la materia digerible.

En los ensayos se utilizó amoníaco, por ser una fuente económica de nitrógeno, para mejorar la relación C/N, y a la vez maximizar el metabolismo microbiano dado que el contenido de proteínas disponibles para las bacterias metanogénicas es pobre. Mediante esta armonización se logró, como lo demuestran los resultados, mejorar el rendimiento del material a digerir.

En los gráficos se observa claramente que la reacción fue mejor cuanto menor era el tamaño de la partícula. Este resultado era de esperar ya que cuanto menor es el material a digerir más rápido es el proceso, lográndose mayores rendimientos, que mejora aún más al estar enriquecido con NH₃.

En trabajos posteriores se pretende determinar el rendimiento no sólo para diferentes procesos de deslignificación sino también para distintas temperaturas con el fin de optimizar el proceso de biodigestión anaeróbica del aserrín. La selección de una mayor temperatura implicaría una disminución en los tiempos de retención requeridos y consecuentemente serán menores los volúmenes de reactor necesarios para digerir un determinado volumen de material.

BIBLIOGRAFÍA

- Taiganides, E.P. (1980) Biogás, recuperación de energía de los excrementos animales Zootecnia 35: 2-12
Hilbert J. (2001) Manual para la producción de biogás. <http://www.inta.gov.ar/iir/info/matriz.htm> (8 marzo 06)

- Martina, P., Corace J., Aeberhard, M. (2003) Construcción de un biodigestor pequeño para su uso en investigación y docencia. Primeros ensayos. Avances en Energías Renov. y Medio Ambiente, vol 7, ISSN 039-5184.
- Martina, P., Corace J. (2002) Determinación de CO₂ en diferentes muestras de gas mediante el uso del Aparato de Orsat, Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE.
<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2002/cyt.htm>
- Kollmann F, (1953) Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Springer Verlag, Berlin, pp 168-205
- Martina, P., Yank, L., Corace J., Bucki, Wasserman, Aeberhard, M., Ventin, A. (2005) Estudio de la producción de biogás en función de la cantidad de residuos de madera un biodigestor del tipo de carga única o batch. Avances en Energías Renov. y Medio Ambiente, vol 9, ISSN 0329-5184.
- Carrillo, L. (2003) Microbiología Agrícola. Capítulo 5.
<http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap5.pdf>. (10 abril 06).
- Simon, O, Singh B.K., Weil, M.J. (2005) Elaboración y Caracterización de lignosulfonatos amonificados a partir de Pinzote de banano y Aserrín de Laurel (*Cordia alliodora*) para utilizarse como fertilizante de liberación lenta. Tierra Tropical. ISSN: 1659-2751. pág.21-26
- Corace, Juan J., Aeberhard, María R., Martina, Pablo A., Ventín, Adriana M., Garcia Solá, Emilio, Comparación del tiempo de reacción en el proceso de biodigestión según el tamaño de las partículas de aserrín utilizado como materia orgánica. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE.
<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2006/index.htm>

ABSTRACT:

This work consists of a preliminary report for an investigation process aimed to spread the method employed in wood de-lignification treatment for improving the performance in anaerobic digestion of sawdust used as organic matter in biodigesters. Tests were made using different size particles. In order to reduce rate C/N in sawdust, wood was treated with different methods and later, obtained results were compared.

Keywords: anaerobic digestion , sawdust, de-lignification, rate C/N