

# Producción de biogas como energía renovable a partir de los desechos del proceso de beneficio del Fique

La industria del beneficio del Fique genera en Colombia 20.800 kilogramos de residuos (bagazo y jugo) por hectárea sembrada y son vertidos a campo abierto ocasionando un serio problema ambiental. En este trabajo de investigación se estudió la viabilidad de utilizar el Bagazo de Fique (BF) como sustrato para la producción de biogás.

## Grupo investigador:

Humberto Escalante, Liliana Castro, Claudia Ortiz, Carolina Guzmán, Mabel Quintero, Alex Velásquez.

## Integrantes de la alianza:

Alcaldía de Mogotes, Asociación de Fiqueros de Santander (ASDEFIQUE), Universidad Industrial de Santander.

## Período de realización:

2008-2010

## Versión completa del artículo en:

<http://www.agronet.gov.co/BibliotecaDigital.html>  
Allí puede buscar por título, autor, materia o palabra clave el tema de su interés.

El Bagazo de Fique (BF) está compuesto por celulosa, hemicelulosa, lignina, lípidos y proteínas; estas estructuras tridimensionales complejas se encargan de dar soporte a la pared celular. Por su composición este residuo se considera una fuente de biomasa lignocelulósica y su digestibilidad es limitada por factores como la cristalinidad de la celulosa, el grado de polimerización, el contenido de humedad, el área superficial disponible y el contenido de lignina.

La composición del BF hace que el proceso de producción de biogás se limite por: a) utilización de microorganismos específicos para las etapas hidrolítica y metanogénica, b) el contenido de lignina afecta su degradación, por lo que se hace necesario aplicar un pre tratamiento. Por lo anterior se realizó un estudio para seleccionar el consorcio microbiano más apto para la digestión anaerobia del BF.

Por otra parte, se aplicó al BF un tratamiento alcalino y un tratamiento mecánico, previo al proceso de digestión anaerobia, con el objeto de liberar la celulosa e incrementar los rendimientos en la bioproducción de metano

## DIGESTIÓN ANAEROBIA

La digestión anaerobia es un proceso biológico degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un sustrato son convertidos en biogás, mediante

un consorcio microbiano sensible o completamente inhibido por el oxígeno.

La digestión anaerobia se realiza en cuatro etapas: a) la hidrólisis de las macromoléculas b) la acidogénesis de los monómeros, c) la acetogénesis y d) la metanogénesis. Estas etapas son realizadas por consorcios microbianos conformados por diferentes poblaciones de microorganismos que pueden utilizar variedad de sustratos y que actúan en simbiosis. Los productos generados en una etapa pueden ser el sustrato de otra, con lo cual el trabajo en conjunto de los grupos simbióticos lleva a la obtención de energía para mantener las células y además de liberar productos de gran interés industrial.

## SELECCIÓN DEL INÓCULO

La selección de un inóculo apropiado para la degradación metabólica de un sustrato hacia metano depende de su actividad hidrolítica, metanogénica y su capacidad de adaptación al sustrato.

Se evaluaron siete consorcios microbianos independientes que incluyeron: Líquido Ruminal (LR) y Estiércol Bovino (EB) recolectados en el frigorífico municipal (Bucaramanga, Colombia), Lodo Anaerobio (LPTAR) obtenido de una planta de tratamiento de aguas residuales (Floridablanca, Colombia), Estiércol de Porcino (EP) recolectado en una porcícola municipal (Los Santos,



Integrantes de la alianza



Recolección de muestra del LC



Montaje de la técnica de medición de porcentaje de metano

Colombia). Además se evaluó la co-digestión entre los consorcios LR+EB, LR+EP y LR+LPTAR.

La selección del inóculo se realizó en dos etapas: en la primera se evaluaron la actividad hidrolítica y la actividad metanogénica específica, utilizando sustratos químicamente definidos, celulosa y acetato respectivamente. En la segunda etapa se determinó la capacidad de adaptación al sustrato utilizando bagazo de Fique como sustrato.

De acuerdo a los resultados experimentales se demostró que la co-digestión entre el LR y el EP es un inóculo adecuado para la degradación del bagazo de Fique. Este consorcio es capaz de adaptarse a temperatura ambiente, trabajando eficientemente, en la conversión de los productos de cada una de las etapas de la digestión, para dar un rendimiento en la producción de metano del 59%.

## EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS MECÁNICO Y ALCALINO

Los residuos lignocelulósicos son sustratos aptos para ser tratados por sistemas de digestión anaerobia; sin embargo pueden llegar a ser resistentes a la bioconversión, debido a que



Montaje del proceso de digestión anaerobia para BF

a mayor contenido de lignina es más difícil la hidrólisis de la celulosa.

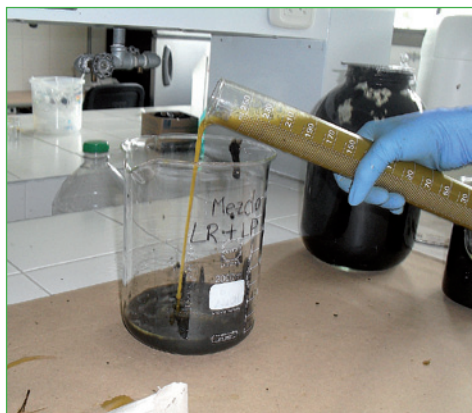
Con el fin de modificar la estructura lignocelulósica de los residuos agroindustriales y hacer que la celulosa sea más accesible a las enzimas, que convierten los polímeros de carbohidratos en azúcares fermentables, se ha propuesto pre-tratar el sustrato mediante lavados con soda, ácidos, calentamientos y disminuir su tamaño.

En el caso específico del BF la principal fracción polimérica está constituida por celulosa; brindándole a esta biomasa un alto peso molecular y un elevado contenido de fuentes de carbono.

La lignina es el segundo componente en abundancia en el BF, que es insoluble en agua, extremadamente resistente a la acción de microorganismos y a la penetración de las enzimas destructivas en la pared celular, por lo que se hace difícil la degradación del bagazo.

En este trabajo de investigación se evaluó la acción de aplicar al BF, previo a la digestión anaerobia, un pre-tratamiento químico (alcalino) y un pre-tratamiento físico (mecánico).

El efecto positivo de cada tratamiento se evaluó a partir de cuantificar el porcentaje de metano



Preparación del proceso de digestión

producido y los porcentajes de celulosa, hemicelulosa y lignina removidos.

## TRATAMIENTO MECÁNICO APLICADO AL BF

El BF fue secado al sol durante 36 horas; luego se redujo su tamaño a partículas de 0,8 y 2,36mm, por molienda. Para evaluar el efecto de la reducción de tamaño del BF se realizaron digestiones anaerobias utilizando BF a tamaño de 5mm (tamaño en estado natural), 0,8 y 2,36mm. Los experimentos se realizaron durante ocho días a temperatura de 25 y a 39 +/-2°, utilizando como inóculo la mezcla de líquido ruminal con estiércol de cerdo.

Como resultado de la experimentación se comprobó que la reducción de tamaño de las partículas del bagazo de Fique afecta la estructura lignocelulósica del residuo, disminuyendo la cristalinidad de la celulosa e incrementando la producción de metano en un 19% con respecto al bagazo sin tratar.

## TRATAMIENTO ALCALINO APLICADO AL BF

El tratamiento químico al BF, para modificar su estructura física, consistió en someter el bagazo a la acción de un álcali. Los experimentos se realizaron en Erlenmeyer de 500 ml empleando Hidróxido de Sodio (NaOH). Se realizó un diseño de experimentos a diferentes concentraciones de soda (0,5%, 2%, 4% y 6%p/p) y tiempo de contacto de 8 y 24 horas.

Para cada una de las muestras de BF pre-tratadas con NaOH se realizaron digestiones anaerobias. Se diseñó un experimento control el cual contenía BF sin tratar. Los experimentos se hicieron empleando reactores de 500ml, con un volumen de operación de 350ml por un tiempo de operación de 8 días a temperatura de 39 °C, utilizando como inóculo la mezcla de LR – EP.

Teniendo en cuenta los resultados experimentales se concluyó que pre-tratar el BF con NaOH modifica la estructura lignocelulósica del residuo, favoreciendo la acción de los consorcios microbianos y logrando una producción de metano más eficiente, incrementando los rendimientos en un 21,3%.