

Obtención de etanol a partir de jugo de Fique

El cultivo de Fique genera más de 80 millones de litros de jugo residual por año, cuyo contenido de azúcares fermentables lo hace potencialmente utilizable para la producción de etanol a bajo costo, además de ser un producto que no compite con los suelos destinados a los alimentos.

Grupo investigador:

Universidad Pontificia Bolivariana / Cibiot. Sede Medellín- Compañía de Empaques S.A.

Período de realización

Noviembre de 2007 - noviembre de 2009

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.

En este momento, el etanol es uno de los biocombustibles renovables que más contribuye con la reducción de los impactos ambientales negativos, generados por la utilización de combustibles fósiles.

El jugo de Fique contiene aproximadamente 1.73, 28.37 y 11.02 g/L de Sacarosa, Fructosa y Glucosa respectivamente, azúcares que pueden ser aprovechados por ciertos microorganismos para producir alcoholes.

El Fique (*Furcraea sp.*) es una planta nativa de Colombia de la cual se extrae sólo un 4% de fibra natural y el otro 96% lo componen el jugo y bagazos.

Después del proceso de beneficio del Fique para la extracción de la cabuya, además de la fibra, se genera como residuo una mezcla de bagazo (20 Kg/planta aproximadamente) y jugo (11 litros/planta aproximadamente), que generalmente se desecha en la zona de beneficio y muy pocas veces es empleado con algún objetivo por parte del fiquero.

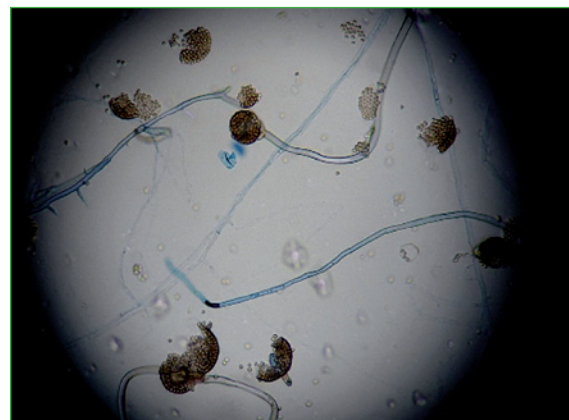
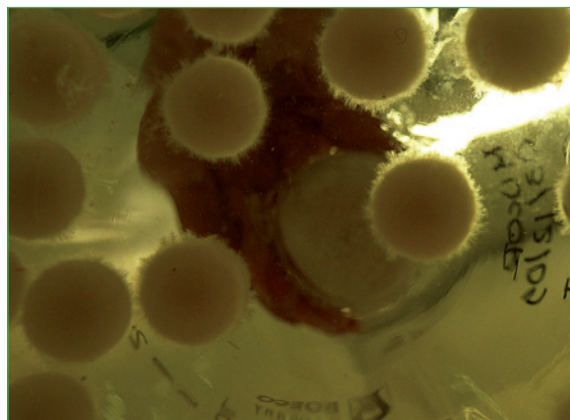
En Antioquia se han establecido acuerdos de comercialización del jugo de Fique entre las asociaciones fiqueras y las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), especialmente para la desinfección de los terrenos dispuestos para los cultivos de lulo por su reconocida vulnerabilidad al ataque de enfermedades de origen edáfico y como fertilizante.

Al considerar los costos de producción para el aprovechamiento del Fique teniendo en cuenta la fibra, el jugo y el bagazo, es necesario definir un sistema de distribución porcentual para cada uno de los productos, el establecimiento del cultivo, parte de la infraestructura del proceso, el transporte y arriendo de la maquinaria y la mano de obra en los procesos de cosecha y desfibrado.

La extracción de la fibra de cabuya disminuiría su costo de producción en 55,4 % utilizando la máquina desfibradora de alimentación continua (MDAC) y 69,3% utilizando la máquina desfibradora tradicional (MDT) si se aprovecha eficientemente el jugo y el bagazo, reduciendo el costo de extracción de la fibra de \$903,8 a \$403,8 en MDAC y de \$759,7 a \$232,5 en MDT.

En el caso de la comercialización del jugo, según la distribución porcentual tradicional su costo oscila entre \$204,8 (MDAC) y \$207,5 (MDT) por litro de jugo puesto en la cabecera municipal.

De esta manera se propone como alternativa la producción de etanol a partir del jugo de Fique. Con esta propuesta se plantea suplir las necesidades actuales en la industria de biocombustibles a partir de un residuo contaminante, que no es explotado en este campo y que no compite con la industria de alimentos ni la agricultura, debido a que no necesita de siembras en suelos para tal fin. Además se genera un valor agregado a un





residuo industrial y el costo del producto sería mucho más económico.

SUPLEMENTOS AL JUGO DE FIQUE

Se empleó el jugo de Fique como sustrato para la producción de etanol debido a que su contenido de carbono actúa como fuente de energía, proporcionando las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo metabólico del microorganismo.

El pH del jugo de Fique presenta un valor de 4.25 que corresponde al rango de pH óptimo para el desarrollo de levaduras, especialmente los géneros *Candida*, *Zigosaccharomyces*, *Hanseniopsis*, *Saccharomyces* y *Pichia*.

Las trazas de metales presentes en el jugo de Fique no son suficientes para proveer las condiciones necesarias para el crecimiento de la levadura. Por eso fue necesario suplementar el jugo de Fique con K_2HPO_4 , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, NH_4Cl , KCl y extracto de levadura, debido a que estos compuestos proveen los requerimientos nutricionales y energéticos necesarios para el desarrollo del microorganismo, facilitando su proceso de adaptación.



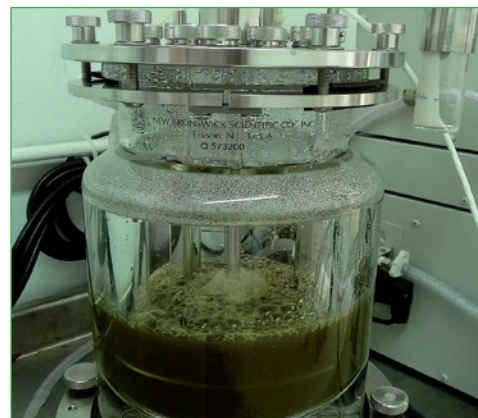
Bioreactor controlado

Se seleccionó la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para la producción de etanol porque este microorganismo convierte las hexosas en etanol en condiciones anaeróbicas, generando dos moles del compuesto por cada mol de hexosa consumida.

La levadura aislada del jugo de Fique presenta una mejor adaptabilidad al sustrato empleado. Las levaduras en general son de rápido crecimiento, rápida dispersión de células y facilidad para replicar cultivos, lo que hace que el tiempo de fermentación sea aproximadamente de 30 horas para ambos microorganismos.

Por otro lado, el jugo de Fique está compuesto por carotenoides, saponinas, sapogeninas, esteroides, entre otros. Las saponinas son un grupo de glucósidos oleosos naturales que forman una espuma abundante y relativamente estable cuando se agitan con agua, debido a la disminución de la tensión superficial de éstas.

Las saponinas al igual que los taninos han sido reportadas con actividad herbicida, fungicida y bactericida. Es por esto que este medio de cultivo es agresivo para la mayoría de los microorganismos y que la producción de etanol a 25°C sea mayor con la levadura aislada del jugo



Sistema de evaporación rotativa

de Fique en comparación con la *Saccharomyces cerevisiae*, obteniéndose 10.68 g/L y 5.26 g/L de etanol respectivamente.

Se observa que la temperatura a la cual el microorganismo produjo mayor cantidad de etanol es 30°C, ya que en estas condiciones el microorganismo metaboliza la mayor cantidad de azúcares presentes para producirlo, obteniéndose una concentración de 12.3 g/L, debido a que el proceso de fermentación alcohólica es exotérmico, y por tanto, pequeñas variaciones en la temperatura puede desviar el proceso de las condiciones operacionales.

En esta investigación se observa que la producción de etanol a partir de jugo de Fique es un proceso viable ya que la fermentación es directa, es decir, no requiere de ningún tratamiento previo para la fermentación de los azúcares y el microorganismo metaboliza fácilmente los azúcares, consumiendo 14 g/L para producir 12 g/L de etanol.

Por otra parte se aprovecha un residuo contaminante en la generación de un bioproducto con bajos costos de procesamiento y alto rendimiento de producto. Finalmente, se genera una mejor calidad de vida a los agricultores cultivadores de Fique porque se produce un valor agregado a la planta que trae beneficios económicos.

JUGO DE FIQUE COMO SUSTRATO

La levadura de Fique produce un 103% más etanol que *Saccharomyces cerevisiae* empleando jugo de Fique como sustrato. Con las condiciones operacionales optimizadas se realizó la fermentación con levadura de Fique a diferentes temperaturas, encontrándose 12.3 g/L de Etanol cuando se trabajó a 30°C durante 48 h de fermentación.

Se comparó la fermentación alcohólica empleando dos microorganismos, *Saccharomyces cerevisiae* y levadura de Fique, durante dos días, a 25°C y pH de 4.4. Se obtuvieron 10.68 g/L de etanol empleando la levadura aislada y 5.26 g/L de etanol con la levadura comercial.

El etanol es el producto de la fermentación anaerobia de azúcares provenientes de campos de cosecha, entre los que se destacan el maíz, la caña de azúcar, la papa, la yuca, la cebada, entre otros, productos empleados principalmente para el consumo humano, generando el incremento de los precios y la escasez de reservas alimenticias.