

# Hidrólisis enzimática de cascarilla de Arroz sometida a pre-tratamientos químicos

Anualmente se producen en Colombia 500.000 toneladas de cascarilla de arroz que bien podrían ser aprovechadas para la obtención de productos como etanol, furfural, biopolímeros y edulcorantes.

## Grupo investigador:

Yineth Piñeros C., Jeimmy Proaños M., Ángela Otálvaro A.

## Integrantes de la Alianza:

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Cámara Induarroz de la Andi

## Período de Realización:

Agosto 2008 – mayo 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.

La clave está en los tres tipos de polímeros que constituyen la cascarilla de arroz: lignina (20-25%), celulosa (35-40%), y hemicelulosa (15-20%); estos dos últimos permiten su hidrólisis hasta la obtención de monosacáridos como glucosa y xilosa, que son las moléculas de partida para la generación de los mismos productos.

En Colombia existen alrededor de 28.128 productores de arroz, que emplean a más de 4.468 personas, por lo que la industrialización del arroz se ha convertido en una actividad económica relevante en la sociedad.

Además, la cadena productiva del arroz se ha diversificado al punto de participar en diversas actividades como la financiación de productores y el mejoramiento de las condiciones de acopio del grano, de su acondicionamiento, distribución, mercadeo, incluyendo el desarrollo de nuevos productos.

## FALTA DE TECNOLOGÍAS ADECUADAS PARA LA DIVERSIFICACIÓN

Hasta el 2003, la superficie cultivada en Colombia era de unas 498.486 hectáreas (Ha) en las cuales se obtuvo un rendimiento de 2.543.161 toneladas métricas (Tm) de arroz paddy y 1.729.349 Tm de arroz blanco.

De este modo, el cultivo del arroz ocupa el 13% del área disponible en Colombia para ser cosechada, y

representa el 30% de los cultivos transitorios (Observatorio Agrocadenas, 2004).

El principal producto de la molinería es el arroz blanco; sin embargo se generan subproductos como son la cascarilla y el salvado de arroz (20 y 8% del peso total del grano entero, respectivamente).

El bajo valor de la cascarilla en el mercado se debe a que es considerada un material de desecho, puesto que no puede ser empleado en la alimentación de animales debido a su baja digestibilidad, generada por sus características abrasivas y su alto contenido de cenizas y de sílice (Saha y Cotta, 2008).

Tampoco, la diversificación de sus aplicaciones ha sido posible, debido a la falta de implementación de tecnologías adecuadas para este fin. Por tanto, su única función se dirige a ser combustible en forma directa, lo que ocasiona un impacto ambiental negativo.

La fracción de celulosa de la cascarilla, es una larga cadena lineal que contiene numerosas moléculas de glucosa unidas mediante enlaces glucosídicos  $\beta(1,4)$ , que puede dar origen a la glucosa mediante hidrólisis ácida o enzimática (Badui, 2006); resulta más conveniente ésta última, debido a su bajo impacto ambiental.

Para lograr una hidrólisis enzimática eficaz es necesario un pretratamiento con el fin de debilitar la estructura



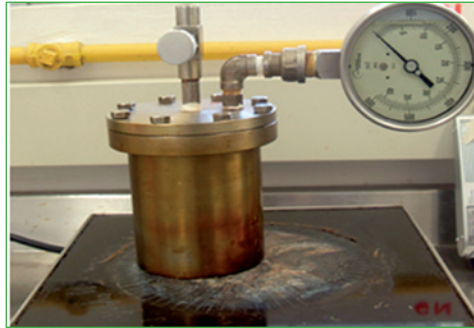
Cascarilla de arroz obtenida del Molino Arroz Diana



Cascarilla de arroz pretratada con ácido sulfúrico



Determinación de Lignina



Reactor de alta presión y placa de calentamiento empleados para realizar los tratamientos con ácido sulfúrico

lignocelulósica (Word y García, 1990; Gosh y Singh, 1993) y lograr el acceso de las enzimas (celulasas, -glucosidasas, etc), de manera eficaz. Como alternativas para estos pretratamientos de materiales lignocelulósicos, se sugieren en la literatura diferentes métodos mecánicos, químicos, biológicos, que tienen como objetivo el mejoramiento de la hidrólisis de la celulosa (Saddler *et al.*, 1993), con el fin de obtener azúcares fermentables que puedan ser empleados para la producción de etanol y otros productos.

### VALORACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ

Dentro de los tratamientos químicos se encuentran los tratamientos ácidos y alcalinos. En este trabajo se evaluó la aplicación de tratamientos con ácido sulfúrico diluido, hidróxido de sodio y peróxido alcalino, previos a la hidrólisis enzimática de la cascarilla de arroz.

La hidrólisis enzimática, se llevó a cabo empleando celulasas y glucosidasas comerciales sobre el material pretratado, seco y molido. Las condiciones de la misma fueron: 50 °C y 100 rpm durante 72 horas. Los mejores rendimientos en la producción de azúcares a partir de cascarilla



Cascarilla de arroz húmeda pretratada

se obtuvieron con material pretratado con peróxido alcalino.

El proyecto de investigación "Aplicación de tecnologías para el aprovechamiento integral de las fracciones celulósica y hemicelulósica de la cascarilla de arroz", en el cual se enmarca este trabajo, propuso encontrar propuestas tecnológicas que permitan la valorización de la cascarilla de arroz, aportando al desarrollo de la industria arrocera en Colombia.

### AZÚCARES FERMENTABLES

En este artículo se presentan algunos resultados de la evaluación de la aplicación de pretratamientos químicos (ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, peróxido de hidrógeno alcalino) sobre la cascarilla de arroz, como alternativas para mejorar su hidrólisis enzimática y la producción de mayores cantidades de azúcares fermentables, que más adelante puedan ser usados en la producción de etanol.

Este trabajo se desarrolló en los laboratorios de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y en todos los tratamientos se utilizó cascarilla de arroz proveniente de Arroz Diana (El Espinal, Tolima).



Cascarilla de arroz pretratada con NaOH

Para la selección de los pretratamientos, se estudiaron las condiciones evaluadas por otros autores y también se realizaron las consideraciones respecto al tipo de material pretratado, de modo que los ensayos estuvieran dentro de los parámetros establecidos como adecuados, para este tipo de procesos (Tahezadeh & Karimi, 2008; Saha & Cotta, 2007; Saha & Cotta, 2008; Sánchez & Cardona, 2007).

### HIDRÓLISIS DE LA CASCARILLA

En el caso de la aplicación de pretratamiento con ácido sulfúrico, cabe mencionar que esta sustancia ataca fuertemente la fracción hemicelulósica presente en la cascarilla, razón por la cual es usada con frecuencia para la producción de furfural (Vásquez, *et al.*, 2007). Además se encontró un alto porcentaje de lignina, que puede ser causado por la pérdida de las fracciones celulósicas y hemicelulósicas, durante el tratamiento. Con este tratamiento se logró un porcentaje de hidrólisis del 8%, comparado con un porcentaje del 4% en material sin pretratar.

Así mismo, el hidróxido de sodio cuya aplicación dentro de la industria papelera es muy conocida, se caracteriza por actuar sobre las fracciones celulósicas de la cascarilla y por solubilizar la lignina, razones por las cuales puede también encontrarse un alto porcentaje de lignina libre de cenizas (Tahezdeh & Karimi, 2008). El porcentaje de hidrólisis enzimática para la producción de azúcares en este caso fue del 8%.

En general, todos los tratamientos probados permitieron mejorar la hidrólisis de la cascarilla de arroz para la producción de azúcares. Pero es el tratamiento con peróxido de hidrógeno alcalino (30°C, 12 horas y 6,5% peróxido de hidrógeno, pH 11), el que permite obtener los mejores resultados, con incrementos de 10 veces el porcentaje de hidrólisis obtenido a partir de cascarilla sin pretratamiento.

Sin embargo, es necesario evaluar su fermentabilidad para la producción de etanol. En este caso, la concentración obtenida de azúcares reductores (AR) equivale a 413,8 mg/g de cascarilla de arroz pretratada con peróxido alcalino, valor que resulta ser muy similar al reportado por Saha & Cotta 2007 de 428,12 mg de AR/g de cascarilla de arroz, cuando aplicaron un pretratamiento similar.