



## PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS DE CORTEZAS DE ÁRBOLES DE MANGO BAJO DIFERENTES ESQUEMAS DE PROCESO DE SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN

Danay Carrillo Nieves<sup>a</sup>, Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas<sup>b</sup>, Georgina Michelena Álvarez<sup>b</sup>, Cristóbal Noé Aguilar<sup>a</sup>, Anna Iliná<sup>a</sup>, José Luis Martínez Hernández<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Investigación en Alimentos. Facultad de C. Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coah. México. C.P. 25280.

<sup>b</sup> Facultad de Ing. Química, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba. C.P.19390  
jose-martinez@uadec.edu.mx

Palabras clave: bioetanol, presacarificación, fermentación.

**Introducción.** Los residuos de las cortezas de árboles de mango son materiales lignocelulósicos de la industria del VIMANG®, en Cuba. El VIMANG®, en diferentes formulaciones farmacéuticas, ha demostrado ser eficaz como antioxidante, antiinflamatorio e inmunomodulador. Sin embargo los residuos de esta producción representan un problema medioambiental, por lo que se proponen como materia prima para la producción de bioetanol, brindando una solución con la obtención de un producto de valor económico. La conversión del residuo a etanol comprende un pretratamiento que facilita la disponibilidad de la celulosa al proceso de sacarificación, hidrólisis enzimática y fermentación. Una vez realizado el pretratamiento, el proceso de sacarificación y fermentación pueden ser llevadas a cabo bajo diferentes esquemas.

Se propone realizar un estudio comparativo empleando la hidrólisis y fermentación separada (HFS), la sacarificación y fermentación simultánea (SFS) o la presacarificación seguida de SFS (PSSF) y evaluar en cada caso la concentración de etanol obtenida, el rendimiento de etanol, la productividad y la producción de etanol por tonelada de residuo.

**Metodología.** El material pretratado se colocó en reactores batch de 25mL al 20% (p/v) y se mezcló con una solución tampón de citratos (pH 4.8). Se adicionaron las preparaciones enzimáticas (celulasas y  $\beta$ -glucosidasa) de acuerdo a la dosificación requerida en cada experimento. En la HFS, la hidrólisis se realizó durante 24 horas a 50°C y la fermentación se realizó a 30°C y 150 rpm hasta las 96 horas. Se inoculó el cultivo de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* ( $7.79 \times 10^7$  células/mL) y el medio fue enriquecido con extracto de levadura (2.5 g/L) y peptona (5 g/L) (1). La mezcla de reacción en la SFS se incubó a 38°C y 150 rpm durante 96h (2). En la PSSF se añadió un 60% de la porción de las enzimas y se realizó una presacarificación durante 16 horas a 50°C, luego se siguió el mismo procedimiento que en la SFS. Se realizaron tres réplicas de todos los experimentos y se monitoreó la producción de etanol por cromatografía de gases (3).

**Resultados.** Los residuos sólidos se sometieron a un pretratamiento alcalino con solución de NaOH al 3% m/v, durante 15 minutos a una temperatura de 120°C, logrando un aumento de un 15.5% en el contenido de glucano, con respecto al material sin tratar. La

concentración de glucosa en la hidrólisis enzimática del proceso HFS a las 24 horas fue 89.45g/L para un rendimiento de 51.37%. La posterior fermentación resultó en 26.21 g de etanol/L, que corresponde a un rendimiento de etanol de 52.87% (tabla 1). A partir de la fracción de glucosa contenida en una tonelada de los residuos pretratados es posible producir 158 litros de etanol.

Tabla 1. Comparación entre las configuraciones de procesos.

Parámetros (20% m/V)	HFS	SFS	PSSF
C (Etanol) (g/L)	26.21	34.65	39.12
Rendimiento de etanol (%)	52.87	58.17	65.67
Etanol (L)/ t de material	158.18	209.13	236.10
Productividad (g/(L*h))	0.55	0.72	0.82

En cuanto a los otros dos procesos SFS y PSSF es posible obtener 209 y 236 L de etanol/tonelada de residuo respectivamente, que es equivalente a 58.17 y 65.67% del rendimiento de etanol producido a partir de la glucosa potencial en la materia prima. La productividad aumenta al emplear los procesos SFS y PSSF. Estos resultados coinciden con lo reportado por Mesa y col. (2011) para bagazo de caña (4) y Avelino y col. (2014) (2) para residuos de coco y cactus, empleando sistemas semejantes. En el proceso de SFS no se detectó acumulación de glucosa al final de los experimentos y en la PSSF, después de inocular la levadura, la concentración de glucosa disminuyó aceleradamente hasta prácticamente desaparecer, por lo que ambos procesos son eficientes.

**Conclusiones.** De las configuraciones estudiadas para la producción de etanol, se obtuvieron mejores resultados cuando se incluye un paso de presacarificación, logrando rendimientos de 236 litros de etanol por tonelada de residuo y concentraciones de 39.12 g/L. Siendo esto un bioproceso alternativo y viable para la producción de etanol a partir del material leñoso.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen al CONACYT por el apoyo financiero otorgado.

### Bibliografía.

1. Dowe N, McMillan J. (2008) *Technical Report NREL/TP-510-42630*
2. Avelino F, Ruiz H, Costa C, Silvino E, Teixeira J, Ribeiro G. (2014) *Fuel*. 131: 66–76.
3. Gon S, Yeoup B, Gyo Y, Joo D, Bae H. (2011) *Bioresour. Technol.* 102: 5788–5793.
4. Mesa L, González E, Romero I, Ruiz E, Cara C, Castro E (2011) *Chem. Eng. J.* 175: 185–191