

INTRODUCCIÓN

En Colombia, se produjeron 71M toneladas de desechos agroindustriales en 2017 [1]. Alrededor de 6.5M ton correspondieron a desechos de las industrias azucarera y panelera [2]. Grandes cantidades de este material se acumulan en las plantas de procesamiento, principalmente de la industria panelera, y se convierten en una fuente de contaminación [3]. Esto se puede contrarrestar mediante el uso de estos materiales para generar productos como enzimas, etanol, entre otros [4]. Este trabajo tuvo como objetivo la evaluación de tres métodos de hidrólisis química en la transformación del bagazo de caña para la producción de enzimas (hemi) celulolíticas de *T. koningiopsis* Th003 por fermentación en estado sólido.

METODOLOGÍA

Para la evaluación del extracto enzimático, se lavó el sustrato y la biomasa a los 0, 3, 5, 7 y 9 días de fermentación a 25 ± 2 °C con Tween 80 al 0,1% (1:2), dejando durante una hora a 4°C. Se centrifugó y se filtró al vacío la fase acuosa obteniendo el extracto enzimático.

TÉCNICAS

La FPasa y CMCasa se determinó utilizando papel filtro Whatman #1 y carboximetilcelulosa como sustrato (Ghose, 1987). La actividad xilanasas se determinó a partir de xilano de Beechwood (Silva *et al.*). El total de azúcares reductores liberados durante los ensayos enzimáticos se cuantificaron mediante la técnica DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico). Las actividades enzimáticas se expresaron como Unidades de actividad enzimática/gramo de sustrato seco ($U\ gss^{-1}$). Una unidad de actividad se definió como la cantidad de extracto enzimático capaz de liberar $1\ \mu\text{mol}$ de azúcar por minuto.

RESULTADOS

Efecto de los pretratamientos sobre la producción de enzimas

La FPasa se muestra en la Fig. 1a. Se obtuvo la máxima producción al día 7 utilizando sustrato con H_2SO_4 ($1,622\ U\ g^{-1}$). La segunda mayor actividad se da con NaOH al día 9 ($0,95\ U\ g^{-1}$). Para la actividad con sustrato sin tratamiento se observa una máxima de $0,84\ U\ g^{-1}$ al día 3, un 50% menos de actividad al obtenido con H_2SO_4 (día 7). Cuando se utiliza arroz hay baja producción de FPasas ($0,14\ U\ g^{-1}$).

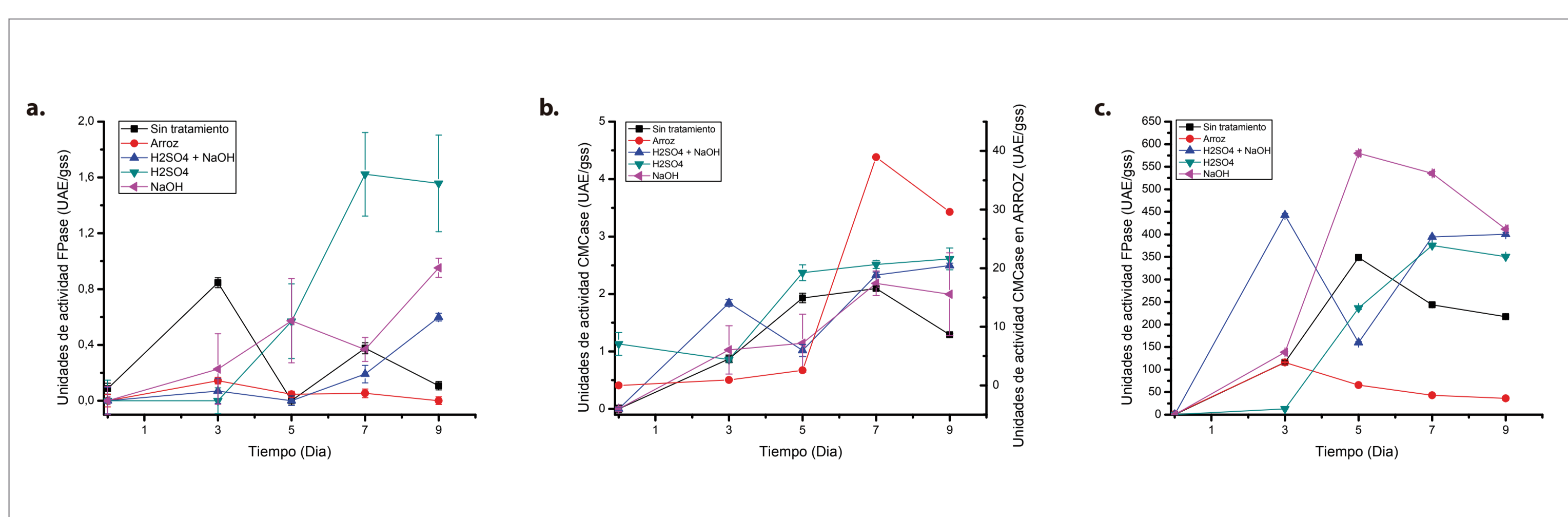


Fig. 1. Cinética enzimática a partir de bagazo de caña pretratado con cada uno de los métodos de hidrólisis química (a) FPasa, (b) CMCasa, (c) Xilanasas. Las barras verticales representan las desviaciones estándar (DS) de cada una de las muestras por triplicado.

La máxima actividad CMCasa (Fig. 1b) se encuentra al día 7 ($38,92\ U\ g^{-1}$) con arroz. La segunda mayor actividad se da con H_2SO_4 , no se observan diferencias entre las actividades con este pretratamiento desde el día 5 hasta el día 9 ($2,37-2,50-2,60\ U\ g^{-1}$).

La Fig 1c, muestra la actividad xilanasas. Con NaOH se tuvo la máxima actividad ($579,94\ U\ g^{-1}$) al día 5. Para el mixto, se obtuvo la máxima al día 3 ($442,67\ U\ g^{-1}$). En arroz, la máxima producción fue de $115,80\ U\ g^{-1}$ (día 3), un 80% menos al pretratamiento con NaOH. La biomasa del sustrato tiene componentes que inducen la producción de (hemi)celulasas cuando se utilizan como fuente de carbono. Las enzimas fúngicas hidrolizan la celulosa y la hemicelulosa en azúcares como la glucosa y la xilosa [4]. Este material es recalcitrante, ya que actúa como barrera que interfiere en la accesibilidad de las enzimas para hidrolizar estos compuestos [3], por tal motivo el uso de pretratamientos es inevitable en el aprovechamiento del bagazo de caña.

El pretratamiento con ácido es un proceso para solubilizar la hemicelulosa, facilita la accesibilidad de las celulasas [4]. La mayor producción de FPasas se dio con H_2SO_4 , al hidrolizar la hemicelulosa y dejar la celulosa expuesta. A pesar de que la máxima producción de CMCasa fue para la fermentación con arroz, la segunda mayor producción se dio con el pretratamiento ácido, guardando relación con lo mencionado anteriormente.

El pretratamiento alcalino es aplicado para la remoción de lignina, se basa en la saponificación de los enlaces éster que unen la hemicelulosa con la lignina, dejando expuesta la hemicelulosa. El pretratamiento alcalino obtuvo la mayor actividad xilanasas, por encontrarse la hemicelulosa expuesta. Se puede predecir que, inicialmente se da la hidrólisis de la hemicelulosa por acción de las xilanasas, las cuales dejan expuesta la celulosa para ser hidrolizada posteriormente por las celulasas. Por este motivo, el segundo mejor pretratamiento para la producción de FPasas y CMCasas fue el pretratamiento alcalino.

CONCLUSIONES

La biomasa representa una alternativa para la producción de enzimas principalmente (hemi)celulasas, las cuales tienen aplicaciones en diferentes sectores. Para aprovecharla, se le deben aplicar pretratamientos para exponer la (hemi) celulosa al ataque enzimático. El pretratamiento seleccionado dependerá del producto de interés que se quiera obtener. En este caso, el pretratamiento seleccionado fue con NaOH al 5%, ya que favoreció la producción de enzimas hemicelulolíticas de *T. koningiopsis*, la cual se pretenden aplicar al ensilaje de avena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pi, Y., & Acad, C. E. (n.d.). Aprovechamiento de biomasa lignocelulósica, algunas experiencias de investigación en Colombia.
- Asocaña (2018). Aspectos generales del sector agroindustrial de la caña.
- Philippini, R. R., Martiniano, S. E., Chandel, A. K., Carvalho, W. De, & Silvio, S. (2019). Pretreatment of Sugarcane Bagasse from Cane Hybrids: Effects on Chemical Composition and 2G Sugars Recovery. *Waste and Biomass Valorization*, 10(6), 1561–1570.
- Savou, V., Grause, G., Kumagai, S., Saito, Y., & Kameda, T. (2019). Pyrolysis of sugarcane bagasse pretreated with sulfuric acid. *Journal of the Energy Institute*, 92(4), 1149–1157.