

Cinética de la hidrólisis de la cáscara de la vaina de cacao CCN-51: Consideraciones sobre la influencia de la temperatura.

Johanna Sánchez Quezada^{1,2,3}, Jaime Soler Herrero¹, Javier Herguido¹

¹Grupo de Catálisis, Separaciones Moleculares e Ingeniería de Reactores (CREG)

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)

Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.

²Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. Cuenca, Ecuador

³Universidad de Cuenca. Facultad de Ingeniería. Cuenca, Ecuador

Tel. +34-876555481, e-mail: johanna.sanchez@ucuenca.edu.ec

Resumen

Se ha desarrollado la cinética de la hidrólisis de la cáscara de la vaina de cacao, manteniendo constantes las cargas de biomasa y de ácido mineral y variando temperatura y tiempo de operación. Se valora el comportamiento en la producción de azúcares fermentables, siendo los valores de los productos de degradación considerables como despreciables.

Introducción

La producción de energía eléctrica que se encuentra contenida en este desecho es de 374 kWh/t (base seca), en términos de combustión del material [1]. Sin embargo, se analizan otras alternativas como es la producción de etanol a partir de los azúcares reductores (AR) obtenidos partiendo del material lignocelulósico.

Una vez llevados a cabo los experimentos en el laboratorio, se ajusta cinéticamente como una reacción en serie, utilizando un modelo de pseudo primer orden propuesto por Saeman [2].

El objetivo de este estudio es determinar la influencia de las variables de trabajo como: *temperatura, concentración de ácido mineral, tiempo y cantidad de biomasa.*

Modelo cinético

Para el desarrollo de la cinética se considera el carbono contenido en la celulosa y hemicelulosa de la cáscara de la vaina del cacao, cuyo valor es de 72,34 %, la conversión de azúcares reductores totales ART y los productos intermedios como los oligómeros, los cuales, dependiendo de tiempo y temperatura permiten encontrar las constantes de velocidad.

El procedimiento se llevó a cabo considerando: 1,5% de biomasa, 1,5% de ácido mineral, temperaturas de trabajo de 100, 120 y 150°C, y tiempos de 1-90 min. Se realizaron los cálculos cinéticos considerando una reacción en serie:



CA: Carbono de celulosa y hemicelulosa (g/100 g de carbono soluble)

CB: Oligosacaridos (g/100 g de carbono soluble)

CC: Azúcares reductores (g/100 g de carbono soluble)

k1: Constante cinética de la semireacción CA -CB (min⁻¹)

k2: Constante cinética de la semireacción CB-CC (min⁻¹)

Se realizaron 27 experimentos, las ecuaciones utilizadas son:

$$CA = CA_0 e^{-k_1 t} \quad (1)$$

$$CB = \left(\frac{CA_0 k_1}{k_1 - k_2} \right) \left((e^{-k_2 t}) - (e^{-k_1 t}) \right) \quad (2)$$

$$CC = CA_0 + \left(\frac{CA_0 k_2}{k_1 - k_2} \right) \left((e^{-k_1 t}) - \left(\frac{k_1}{k_2} \right) (e^{-k_2 t}) \right) \quad (3)$$

Para los cálculos de la cinética se consideran los valores de la conversión equivalente a la fracción de carbono soluble, que corresponde a la celulosa y hemicelulosa, así como los azúcares reductores al término de cada experimento, que corresponde a los valores de CC. Para determinar la fracción solubilizada se utiliza [3] la relación que se indica en la ecuación (4), la ecuación (5) se deriva de (1) considerando los valores límites de CA. Se utilizó la función solver para determinar los valores de $f_{\text{límite}}$, k_1 y k_2 .

$$f = \frac{\text{Carbono orgánico salida}}{\text{Carbono orgánico entrada}} \quad (4)$$

$$f_{\text{ajuste}} = f_{\text{límite}} (1 - e^{-k_1 t}) \quad (5)$$

Resultados:

Las cinéticas de la hidrólisis catalizada por ácido sulfúrico a 100, 120 y 150 °C, respectivamente se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Valores de las constantes cinéticas.

Temperatura °C	k_1 (min^{-1})	k_2 (min^{-1})
100	0,03	0,02
120	0,03	0,02
150	0,11	0,05

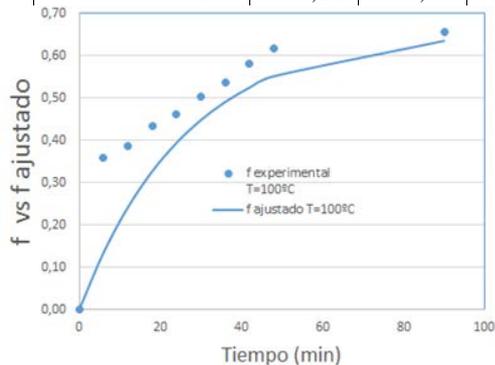


Figura 1. Curva de evolución de f vs f ajustado a 100°C.

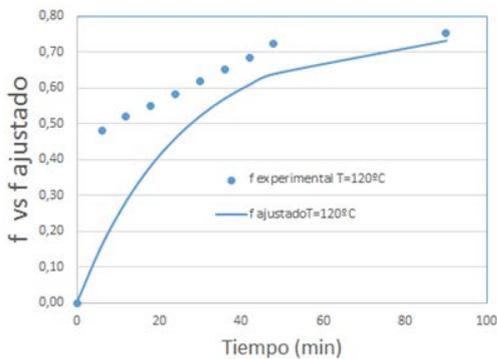


Figura 2. Curva de evolución de f vs f ajustado A 120°C.

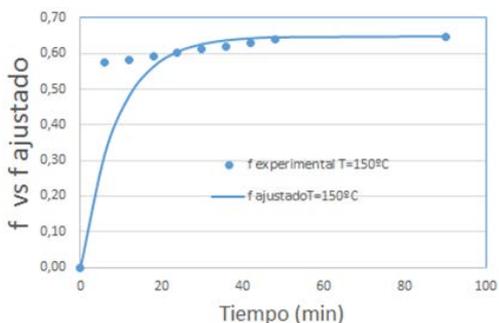


Figura 3. Curva de evolución de f vs f ajustado A 150°C.

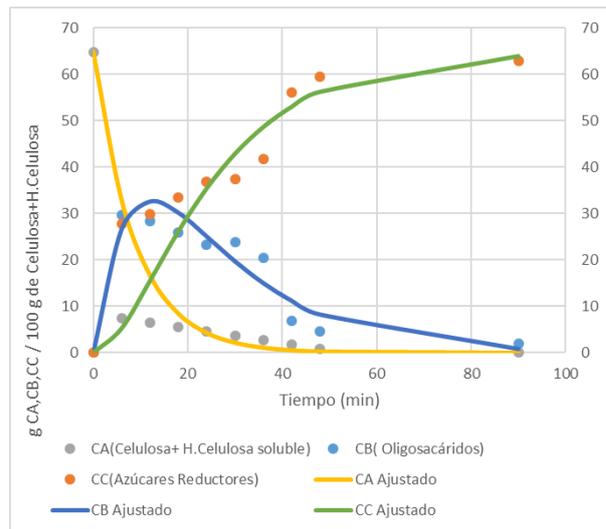


Figura 4. Curva de evolución de CA, CB, CC a 150°C, 1,5 % de biomasa y 1,5% de ácido.

Conclusiones

Las curvas cinéticas, como cabía esperar, se ven influenciadas directamente con la temperatura, así como la producción de azúcares reductores catalizados con ácido mineral. Las curvas obtenidas presentan un coeficiente de correlación elevado al interactuar con las concentraciones de los productos de la reacción.

REFERENCIAS:

- [1]. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE PREINVERSIÓN. 2014. Atlas bioenergético del Ecuador. Informe Técnico
- [2]. SAEMAN, J. Kinetics of wood saccharification hydrolysis of cellulose and decomposition of sugars in dilute acid at high temperature. *Industrial Engineering Chem.* 1945, 37, pp. 43-52.
- [3]. ROGALINSKI T., INGRAM T., BRUNNER G. Hydrolysis of lignocellulosic biomass in water under elevated temperatures and pressures. *The Journal of Supercritical Fluids*, Volume 47, Issue 1, 2008, pp. 54-63. Available from: doi.org/10.1016/j.supflu.2008.05.003.