

ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE DESTILACIÓN REACTIVA PARA PRODUCIR ACETATO DE ETILO

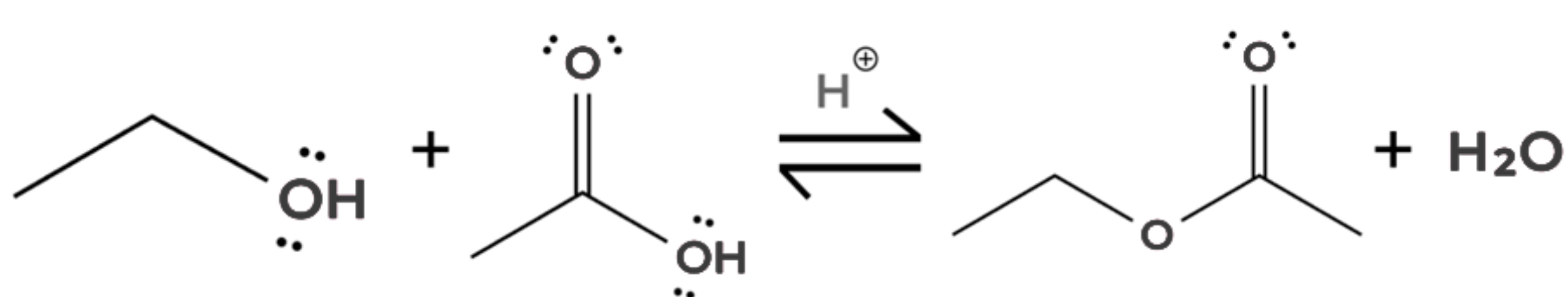
INTRODUCCIÓN

El acetato de etilo es un éster de gran relevancia a nivel industrial. Es un disolvente poco soluble en agua, con un agradable aroma floral y olor afrutado, entre otras importantes propiedades. Se utiliza en diversas aplicaciones: recubrimientos, fibras, cuero artificial y en la purificación y concentración de antibióticos, como intermediario en la fabricación de fármacos, en aditivos, limpiadores, películas, quitaesmalte, aromatizantes, perfumes, almizcles y también como disolvente de laboratorio analítico y cromatográfico [1].

OBJETIVO

Diseñar e implementar tres protocolos experimentales para los Laboratorios de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la UNAM, orientados al estudio de la reacción de esterificación entre ácido acético y etanol. Las prácticas propuestas abarcan: el análisis de un reactor batch catalítico, separación de productos mediante destilación y la intensificación de procesos mediante destilación reactiva.

REACCIÓN DE INTERÉS



La reacción de interés corresponde a la esterificación del ácido acético con etanol para producir acetato de etilo y agua, en presencia de un catalizador ácido; en este trabajo se empleó la resina de intercambio iónico Amberlyst 15 como catalizador.

METODOLOGÍA

REACTIVOS: SISTEMAS CON REACCIÓN

Para los sistemas con reacción química, los reactivos se dosificaron en proporción estequiométrica. (45% mol) y el resto de agua.

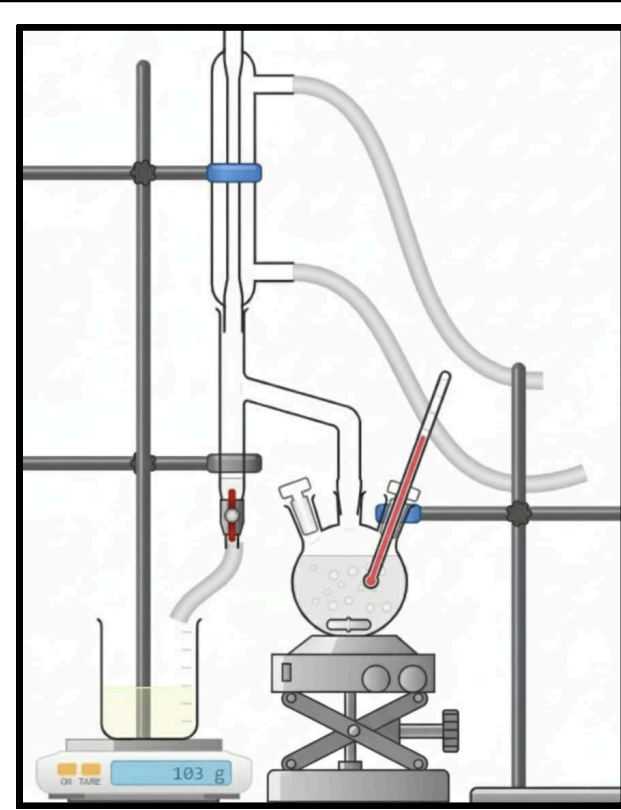
La temperatura de reacción seleccionada fue de 79°C. Además, se incorporó un cartucho cilíndrico impreso en 3D para disponer el catalizador.



REACTIVOS: DESTILACIÓN

Para la etapa de destilación simple, se preparó una mezcla que simulara el efluente del reactor a una conversión seleccionada.

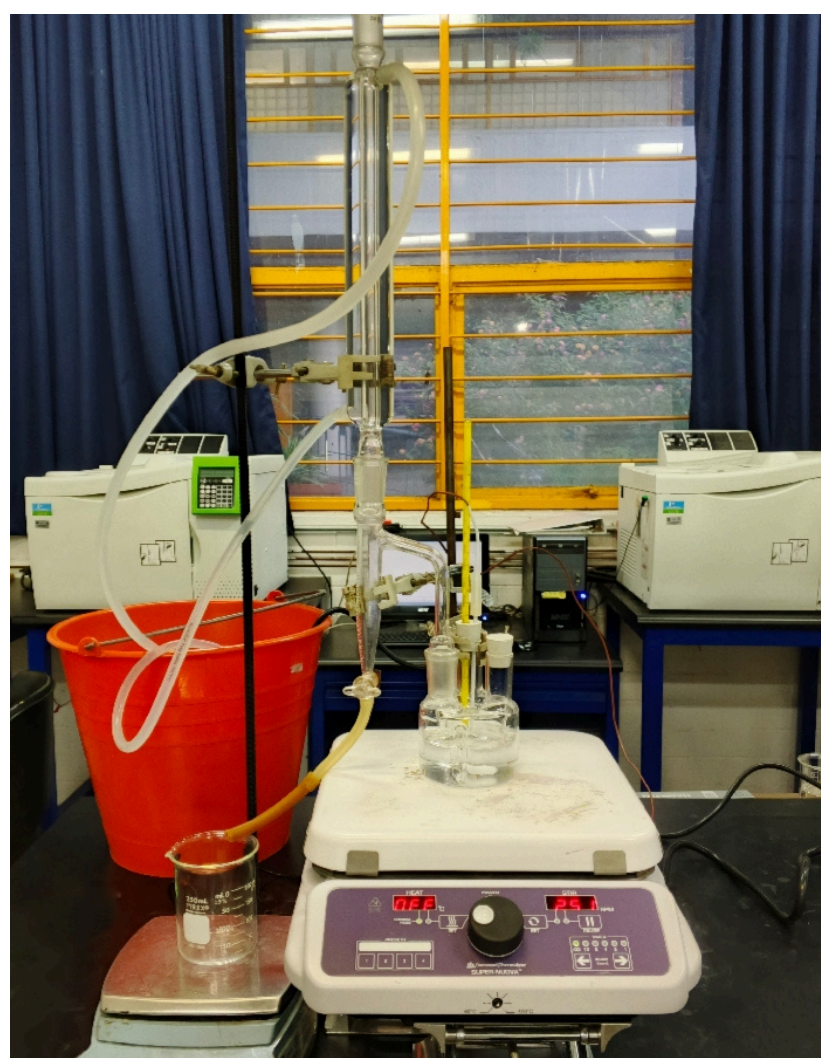
La temperatura de operación dependerá del punto de burbuja de la mezcla.



MONTAJE Y OPERACIÓN

El sistema experimental está compuesto por un matraz de fondo plano y tres bocas, una parrilla de calentamiento con agitación magnética, un condensador, una trampa Dean-Stark, una báscula y gatos de elevación.

El muestreo del reactor se realizó cada 10 minutos, registrando simultáneamente la variación de la temperatura en función del tiempo.



ANÁLISIS DE MUESTRAS

El análisis de las muestras recolectadas se llevó a cabo mediante cromatografía de gases. A partir de la interpretación de los cromatogramas obtenidos, fue posible dar seguimiento a las especies presentes en el sistema.



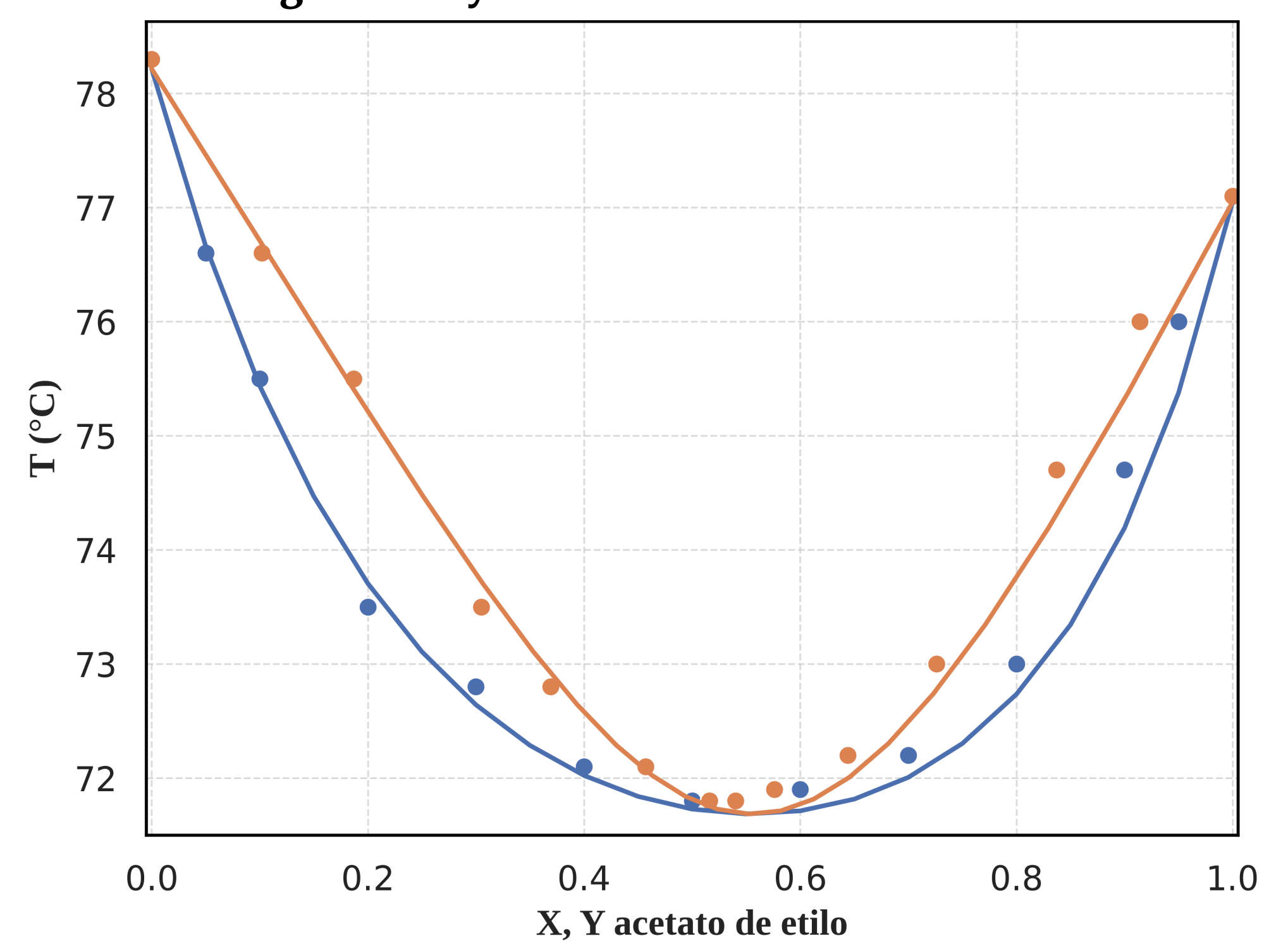
RESULTADOS

Las prácticas de laboratorio fortalecerán los conocimientos de Ingeniería Química en reactores batch y destilación intermitente mediante la aplicación de modelos teóricos:

- **Equilibrio líquido-vapor:** uso del modelo NRTL y la ecuación virial para estimar coeficientes de actividad y fugacidad en mezclas no ideales.

$$\ln \gamma_i = \frac{\sum_{j=1}^n \tau_{ji} G_{ji} x_j}{\sum_{k=1}^n G_{ki} x_k} + \sum_{j=1}^n \frac{x_j G_{ij}}{\sum_{k=1}^n G_{kj} x_k} \left(\tau_{ij} - \frac{\sum_{m=1}^n x_m \tau_{mj} G_{mj}}{\sum_{k=1}^n G_{kj} x_k} \right)$$

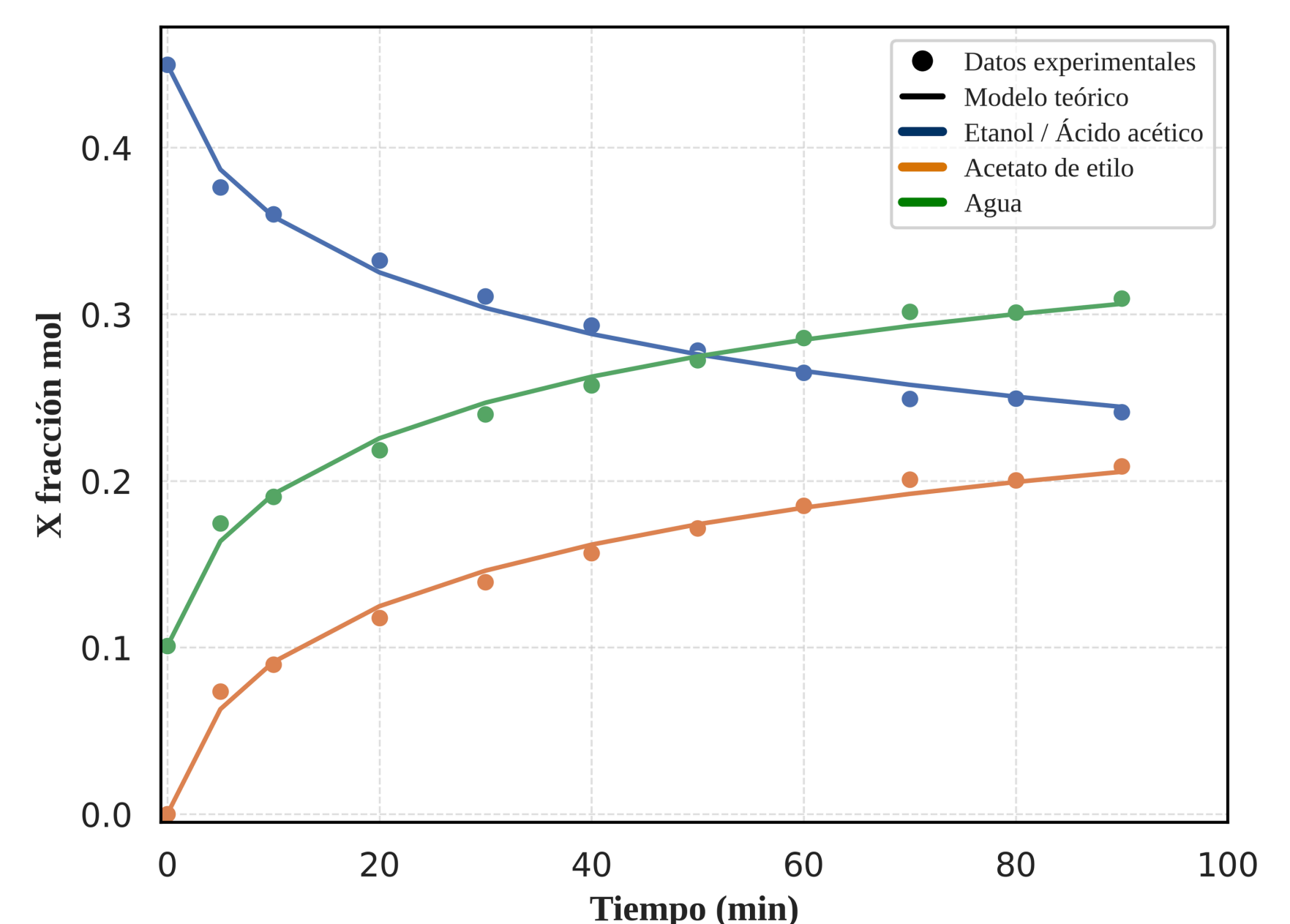
Diagrama Txy acetato de etilo-etanol a 1 atm



Catálisis heterogénea: Los estudiantes analizarán la cinética de reacción mediante la aplicación del modelo Langmuir-Hinshelwood-Hougen-Watson (LHHW).

$$r = \frac{k \left[\lambda_1 \lambda_2 C_E C_A - \frac{C_T C_W}{\lambda_3 \lambda_4 \lambda_5} \right]}{\left(1 + \lambda_1 C_E + \lambda_2 C_A + \frac{C_T}{\lambda_4} + \frac{C_W}{\lambda_5} \right)^2}$$

PERFIL DE CONCENTRACIONES DEL REACTOR



REFERENCIAS

1. P. SANAP, M. KATARIYA, S. MAHAJAN, 2024, INTERNATIONAL JOURNAL OF CHEMICAL REACTOR ENGINEERING, 22:661-674.