



# RiUPTC

Repositorio Institucional  
UPTC

[repositorio.uptc@uptc.edu.co](mailto:repositorio.uptc@uptc.edu.co)

# **Eterificación de 5-hidroximetilfurfural a 5,5'(oxi-bis(metileno)) bis-2-furfural con heteropoliácido tipo preyssler incluido en estructuras núcleo-coraza**

**Oscar Hernando Pardo Cuervo<sup>\*</sup>, José Jobanny Martínez Zambrano<sup>a</sup>, Jairo Antonio Cubillos Lobo<sup>a</sup>, Hugo Alfonso Rojas<sup>a</sup>, Gustavo Pablo Romanelli<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Grupo Catálisis. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia 150001.

<sup>b</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.

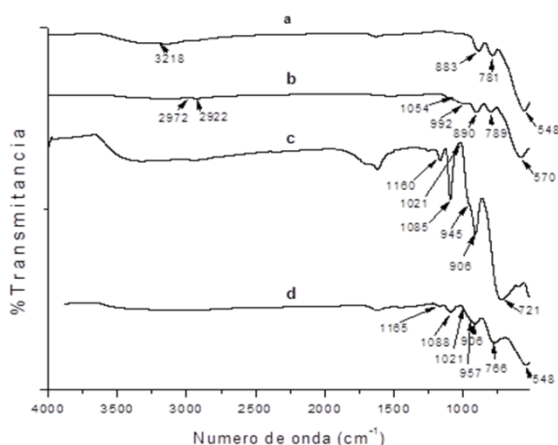
Email: [oscarhernando.pardo@uptc.edu.co](mailto:oscarhernando.pardo@uptc.edu.co)

## **Resumen**

El 5-hidroximetilfurfural (HMF) es considerado como una molécula plataforma, con potencial para ser modificado a biocombustibles y moléculas específicas para la industria farmacéutica. Uno de esos compuestos es el 5,5'(oxi-bis(metileno)) bis-2-furfural (OBMF), el cual se origina mediante la eterificación de dos moléculas de HMF y es de mucho interés debido a sus aplicaciones versátiles; puede ser utilizado como un monómero para la preparación de algunos polímeros a base de iminas con alta conductividad térmica y eléctrica, y también se puede utilizar para la síntesis de ligandos heterocíclicos, precursores antivirales de la hepatitis. Las rutas más conocidas que se utilizan para la síntesis del OBMF, son mediante la reacción de eterificación de dos moléculas de HMF catalizada por ácidos orgánicos homogéneos como el ácido *p*-toluensulfónico, en solventes orgánicos como el tolueno y mediante la reacción de Williamson entre el HMF y 5-cloro-metil-2-furfural en exceso de una base. En nuestra investigación, se evaluó el desempeño catalítico del heteropoliácido tipo preyssler (HPA-Preyssler) en la síntesis de OBMF y con el fin de facilitar la recuperación del catalizador del medio de reacción, este se incluyó en un compuesto híbrido con estructura núcleo-coraza, (núcleo con carácter magnético y la coraza con carácter hidrofóbico).

En primer lugar, se sintetizó magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) mediante co-precipitación de dos sales de hierro y se funcionalizó con 3-Aminopropiltriethoxisilano, posteriormente esta a su vez, se activó con polietilenimina y por último se ancló el HPA-Preyssler previamente sintetizado. El sólido obtenido fue evaluado en la reacción mencionada. Además, se llevaron a cabo reacciones con los sólidos obtenidos antes del anclaje del HPA-Preyssler y con un sólido en donde el HPA-Preyssler se ancla en  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  recubierta con sílice.

La  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  sintetizada, presentó las bandas características en el espectro infrarrojo para este compuesto. La funcionalización de la magnetita se corroboró por la presencia de bandas en 2972 y 2922  $\text{cm}^{-1}$  correspondientes a las vibraciones de estiramiento de los enlaces en los grupos  $\text{CH}_2$  del 3-Aminopropiltrietoxisilano y las bandas alrededor de 1054 y 992  $\text{cm}^{-1}$  correspondieron a la presencia de grupos Si-O-H y Si-O-Si respectivamente y el anclaje exitoso del heteropoliácido tipo preyssler se corroboró por la presencia de las bandas características de este compuesto (figura1).

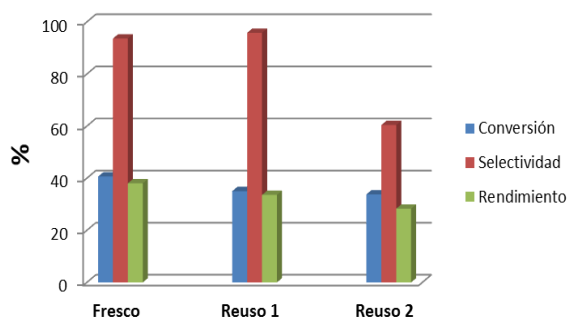


**Figura 1.** Espectros infrarrojo de (a)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ; (b)  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}-\text{NH}_2$ ; (c)  $\text{H}_{14}[\text{NaP}_5\text{W}_{30}\text{O}_{110}]^{14-}$ ; (d)  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}-\text{NH}-\text{Glu}-\text{PEI}-\text{PREYSSLER}$ .

|   | Catalizador  | Conversión % | Selectividad % | Rendimiento % |
|---|--|--------------|----------------|---------------|
| 1 | $(\text{Fe}_3\text{O}_4)\text{SiO}-\text{NH}_2$                                      | -            | -              | -             |
| 2 | $(\text{Fe}_3\text{O}_4)\text{SiO}-\text{NH}-\text{PREYSSLER}$                       | -            | -              | -             |
| 3 | $(\text{Fe}_3\text{O}_4)\text{SiO}-\text{NH}-\text{Glu}-\text{PEI}-\text{PREYSSLER}$ | 41           | 94             | 38            |
| 4 | $(\text{Fe}_3\text{O}_4)\text{SiO}-\text{NH}-\text{Glu}-\text{PEI}$                  | -            | -              | -             |
| 5 | $(\text{Fe}_3\text{O}_4)\text{SiO}-\text{PREYSSLER}$                                 | 74           | 75             | 55            |

**Tabla 1.** Sólidos utilizados para la eterificación de HMF a OBMF

Como se muestra en la tabla 1, se encontró que el catalizador del experimento 5 tiene mayor actividad en la reacción de eterificación de HMF a OBMF. Sin embargo, la actividad de este catalizador decae rápidamente, debido a la lixiviación de la fase activa hacia el medio de reacción. Por otro lado, el catalizador del experimento 3 presentó menor actividad, pero esta es más constante con los reusos, como se puede apreciar en la figura 3.



**Figura 3.** Pruebas del reúso del catalizador 3.

En conclusión, se ancló exitosamente el HPA-Preyssler en una estructura núcleo-coraza, (núcleo con carácter magnético y coraza con carácter hidrofóbico). El sistema catalítico puede catalizar eficientemente la eterificación de HMF a OBMF. El catalizador se puede recuperar fácilmente y reutilizar varias veces.

Palabras clave: anclado, preyssler, eterificación

