

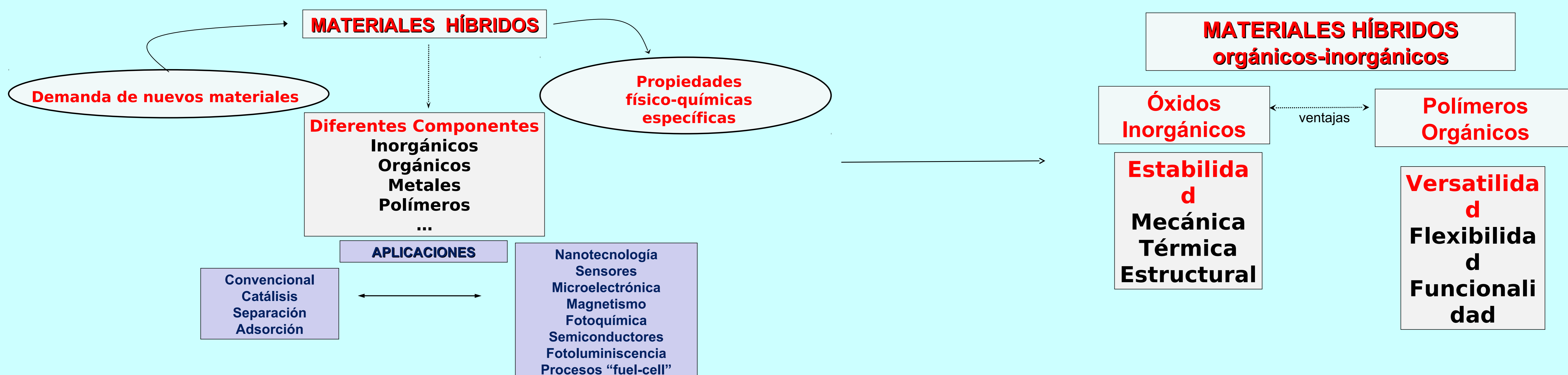
Aidé Gaona, J.M Moreno, Alexandra Vely, Urbano Díaz y Avelino Corma

Instituto de Tecnología Química (UPV-CSIC), Avda. de los Naranjos s/n, 46022, Valencia, España

aigaacor@itq.upv.es

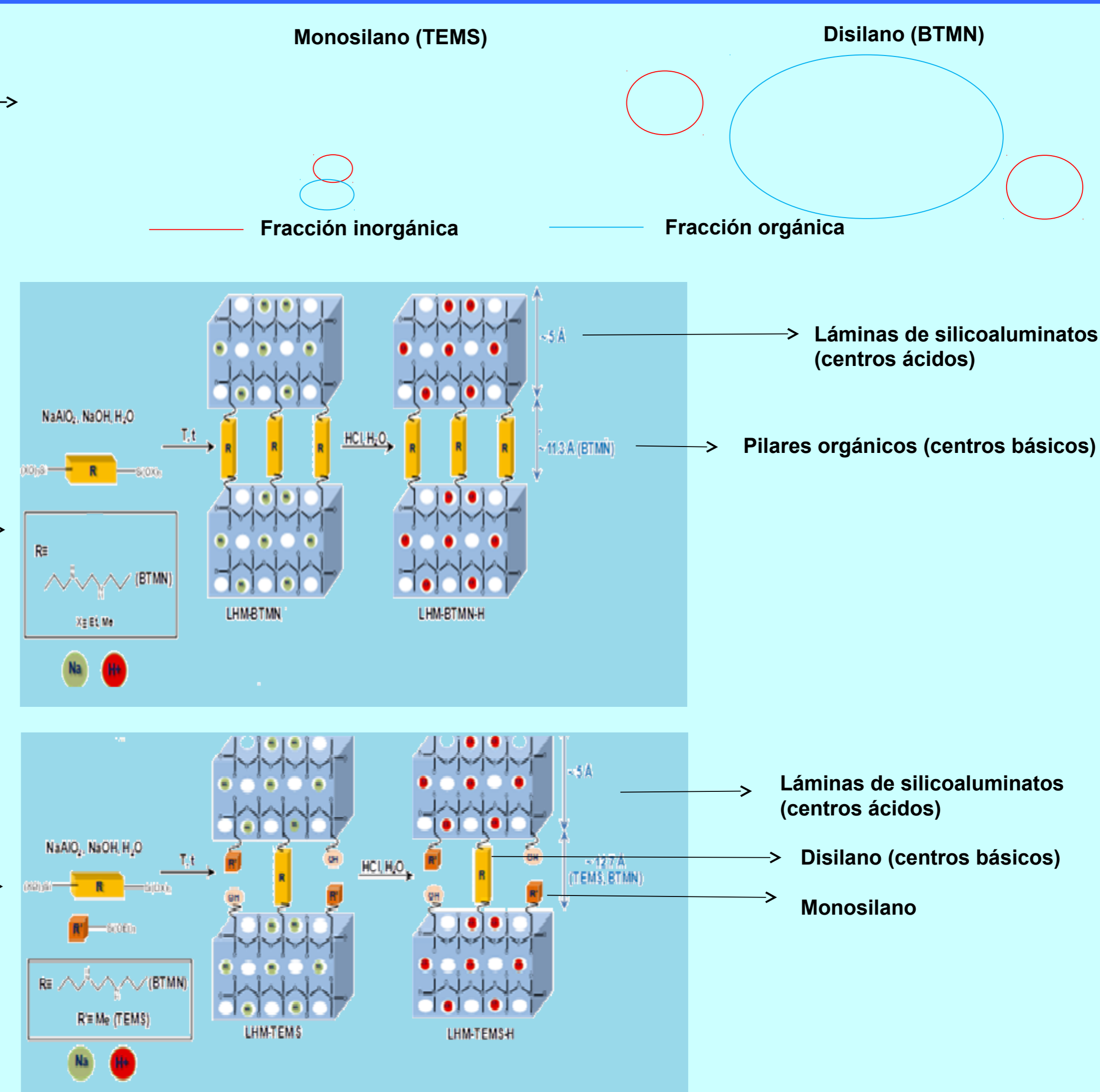
## Introducción

Debido a las actuales necesidades de la sociedad, hay un gran interés en el desarrollo de nuevos materiales. Entre ellos, podemos destacar los materiales híbridos, los cuales tienen propiedades físico-químicas muy específicas. Los materiales híbridos están formados por unidades estructurales orgánicas e inorgánicas. Estos sólidos combinan las ventajas de los materiales inorgánicos, como son su elevada estabilidad térmica, mecánica y estructural, sin perder las características de las moléculas o polímeros orgánicos, es decir, flexibilidad y funcionalidad. Entre sus aplicaciones, podemos destacar desde las más convencionales como es la catálisis, la adsorción o procesos de separación, o ya en el campo de la nanotecnología como sensores, fotoquímica...



## Objetivos

- Síntesis de materiales híbridos laminares a partir de unidades estructurales orgánicas-inorgánicas: monosilanos,  $(R'O)_3SiR$ , y disilanos,  $(R'O)_3SiR(OR')_3$ , los cuales poseen grupos alcóxido terminales muy reactivos. En estas unidades estructurales la fracción orgánica e inorgánica se encuentra unida mediante enlaces covalentes irreversibles, lo que evitará posteriores problemas de formación de fases. Estas unidades de estructura poseen una doble misión: estructural y funcional.
- Síntesis directa de materiales laminares con jerarquía porosa basados en láminas de aluminosilicatos (microporosidad) unidas a fragmentos orgánicos, localizados perpendicularmente y estabilizados mediante enlaces covalentes en el espacio interlaminar (mesoporosidad), siendo sintetizados en una sola etapa hidrotermal y utilizando disilanos como únicos precursores organosilíceos (LHM-BTMN-H). [1,2,3]
- Síntesis de materiales híbridos bifuncionales activos y selectivos de carácter ácido-base. Con ello, se obtienen por tanto, materiales multiactivos con centros ácidos en las láminas inorgánicas (silicoaluminatos) y centros básicos localizados en los pilares orgánicos interlaminares.
- Síntesis de materiales híbridos laminares utilizando la combinación de monosilanos y disilanos como precursores organosilíceos. Con ello, se pretende disminuir la concentración de fragmentos orgánicos en el espacio interlaminar, aumentando la superficie específica del material y la accesibilidad de los reactantes a los centros activos (LHM-TEMS-H).



## Resultados

Los resultados reflejan que la muestra que tiene una mayor superficie específica (BET), debido a una menor concentración de fragmentos orgánicos en el espacio interlaminar (LHM-TEMS-H), posee una mayor actividad catalítica (Tabla 1). Esto se confirma a través de su uso y reciclabilidad como catalizadores básicos en reacciones de formación de enlaces C-C (condensaciones de Knoevenagel) de interés en la industria farmacéutica, perfumes o alimentación (Figuras 1 y 2).

Muestra	silano (%mol)	N(%peso)	$S_{BET}$ (m <sup>2</sup> /g)	$V_1$ (m <sup>3</sup> /g)
LHM-BTMN-H	100% BTMN	6.9	58.7	0.56
LHM-TEMS-H	50%BTMN, 25%TEMS,25%TEOS	3.8	104.5	0.52

Tabla 1. Análisis químico y propiedades texturales de los materiales híbridos laminares.

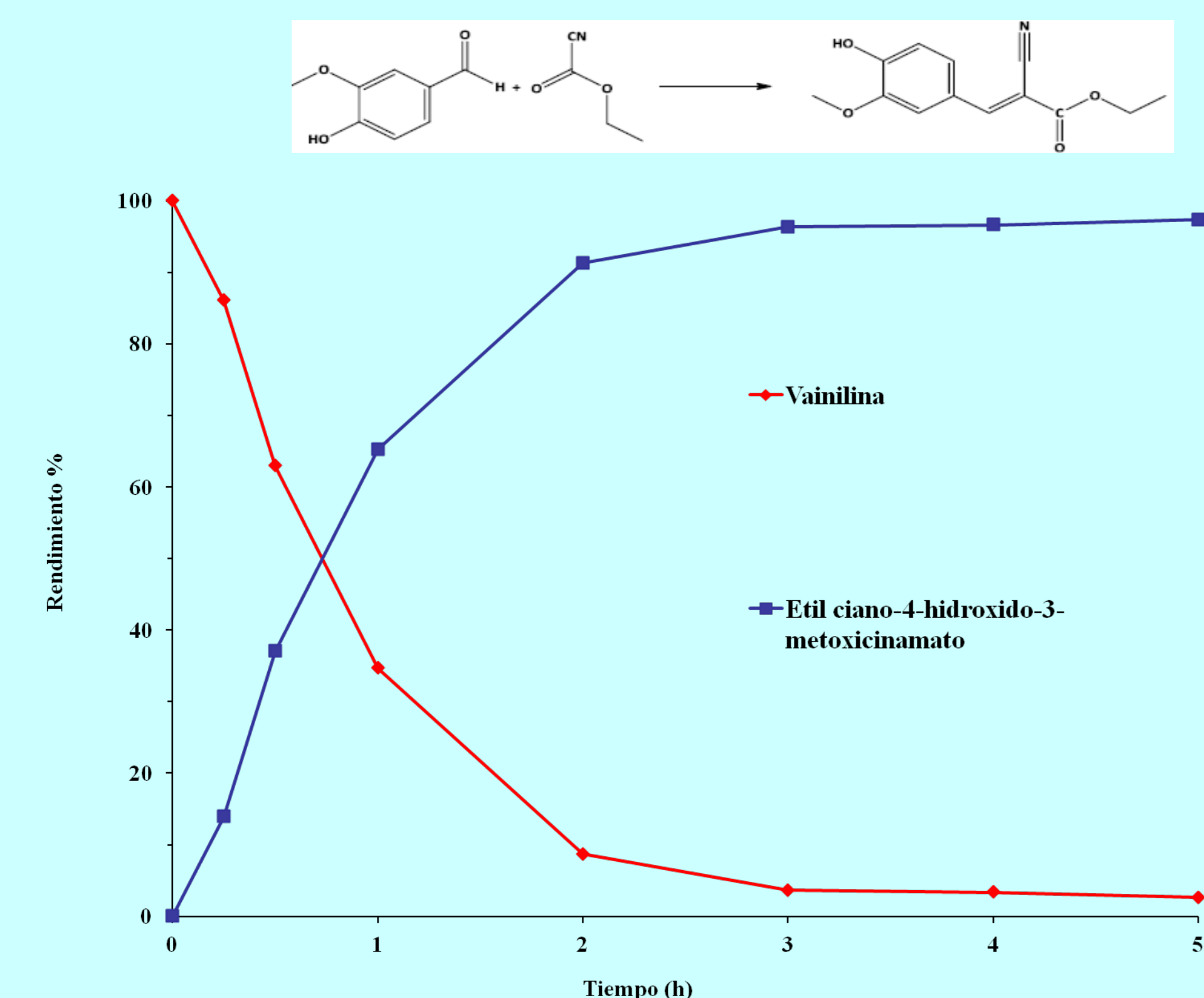


Figura 1. Condensación de Knoevenagel entre la vainilina y el cianoacetato de etilo para producir etil ciano-4-hidróxido-3-metoxicinamato.

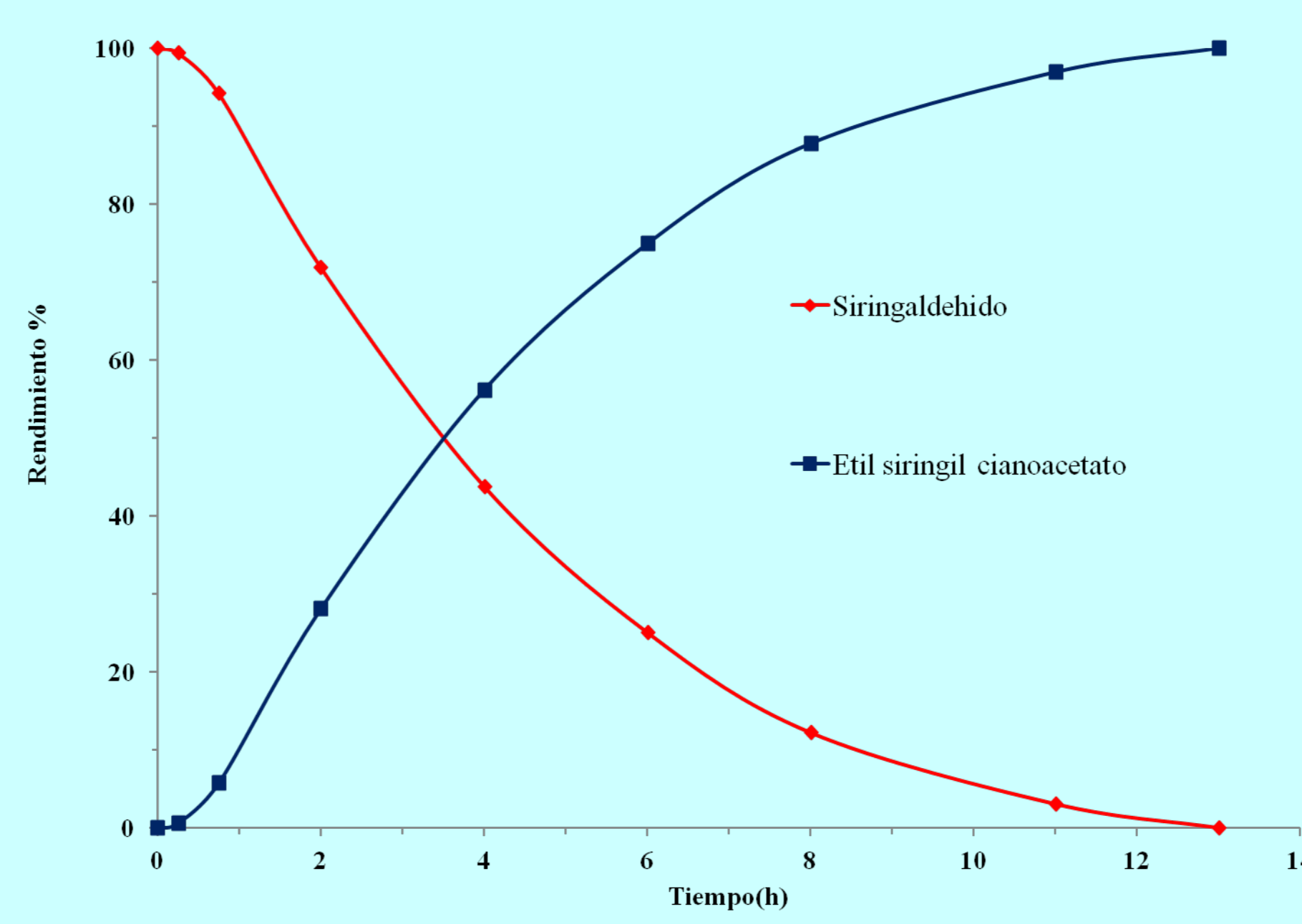


Figura 2. Condensación de Knoevenagel entre el siringaldehído y el cianoacetato de etilo para producir etil siringil cianoacetato.

## Conclusiones

- Síntesis directa de un nuevo tipo de materiales híbridos laminares, basados en láminas ordenadas de aluminosilicatos y pilares orgánicos intercalados perpendicularmente en el espacio interlaminar.
- Generación de materiales híbridos laminares con propiedades ácido-base, en los que los centros ácidos se encuentran localizados en las láminas inorgánicas y los centros básicos en la región interlaminar a través de grupos etilendiamino insertados a modo de pilar.
- Optimización del método de síntesis, siendo posible incrementar la accesibilidad de los centros activos mediante la reducción en la concentración de fragmentos orgánicos directamente intercalados entre las láminas individuales de aluminosilicatos.
- Se verifica la actividad y reciclabilidad de los materiales híbridos laminares sintetizados como catalizadores básicos a través de reacciones de formación de enlaces C-C (reacción de Knoevenagel), de gran interés en la industria farmacéutica, perfumes o alimentación.

## Referencias

- [1] G. Bellusi, R. Millini, E. Montanari, A. Carati, C. Rizzo, W.O.N Parker, G. Cruciani, A. De Angelis, L. Bonoldi, S. Zanardi, Chem. Commun. 48, (2012), 7356-7358.
- [2] G. Bellusi, A. Carati, E. Di Paola, R. Millini, W.O.N Parker Jr, C. Rizzo, S. Zanardi, Micropor. Mesopor. Mater. 113, (2008), 252-260.
- [3] A. Gaona, J.M. Moreno, A. Vely, U. Díaz, A. Corma, J. Mater. Chem. A, 2, (2014), 19360-19375

## Agradecimientos

Los autores agradecen al MINECO (Consolider Ingenio 2010-MULTICAT (CSD2009-00050), MAT2014-52085-C2-1-P y Severo Ochoa Excellence Program) por su apoyo económico. A. G. agradece la adjudicación de una beca FPI para el desarrollo de su tesis doctoral.