

# PREPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CATALIZADORES DE BAJO COSTO PARA LA REDUCCIÓN DE NO

S. Utsumi<sup>1</sup>, F. Vallejos-Burgos<sup>1</sup>, X. García<sup>1</sup>, A. L. Gordon<sup>1</sup> y L. R. Radovic<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Correo 3, Concepción, Chile

<sup>2</sup>Department of Energy and Geo-Environmental Engineering, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802, USA

## Introducción

El control de la contaminación del aire se ha vuelto una necesidad también en los países en desarrollo. La introducción de procesos catalíticos para la eliminación de los contaminantes es a menudo obstaculizada, sin embargo, por el énfasis excesivo en el desarrollo económico. En tales circunstancias, la factibilidad económica de nuevos procesos catalíticos es un tema crítico. En este trabajo se propone el uso de carbón mineral en vez de carbón activado como precursor de catalizadores soportados en carbón para el control de NO<sub>x</sub>.

Recientemente hemos iniciado un programa de investigación que pretende profundizar en el análisis de la importancia de la química superficial de los materiales carbonosos<sup>1,2</sup> y así poder preparar catalizadores de bajo costo y fácilmente reproducibles en base a carbón. El presente trabajo muestra algunos de estos fenómenos, donde el carbón exhibe su gran flexibilidad, no sólo como soporte, sino también como catalizador y agente reductor de NO.

## Parte Experimental

Un carbón subbituminoso (mina Pecket, XII Región) de bajo rango (AR-C) fue tamizado (53-180 µm) y desmineralizado siguiendo un tratamiento con ácidos. El carbón desmineralizado resultante (Dem-C) fue sometido a intercambio iónico (IE) y a impregnación a humedad incipiente (IWI) mediante soluciones de acetatos de metales seleccionados (Co, K y Cu), y posteriormente carbonizado. En el caso de IWI, Dem-C fue carbonizado y posteriormente impregnado (IWI). La carbonización se realizó en un horno horizontal con flujo de N<sub>2</sub>. La temperatura de tratamiento final se indica con los últimos dígitos de la denominación del catalizador (p/ej. Cu-IE-550 o Co-IWI-1000). Los catalizadores fueron caracterizados mediante fisisorción de N<sub>2</sub>, XRD y análisis elemental e inmediato. La (re)actividad catalítica se estudió en una termobalanza en el caso de la gasificación del soporte con O<sub>2</sub>, y en un reactor de lecho fijo en el caso de la reducción de NO.

## Resultados y Discusión

Se presentan en este trabajo los efectos de la temperatura de pirólisis, entre 550 y 1000 °C, sobre algunas características importantes del catalizador (e.g., área superficial BET, espectro de difracción de rayos-X (XRD), reactividad del soporte

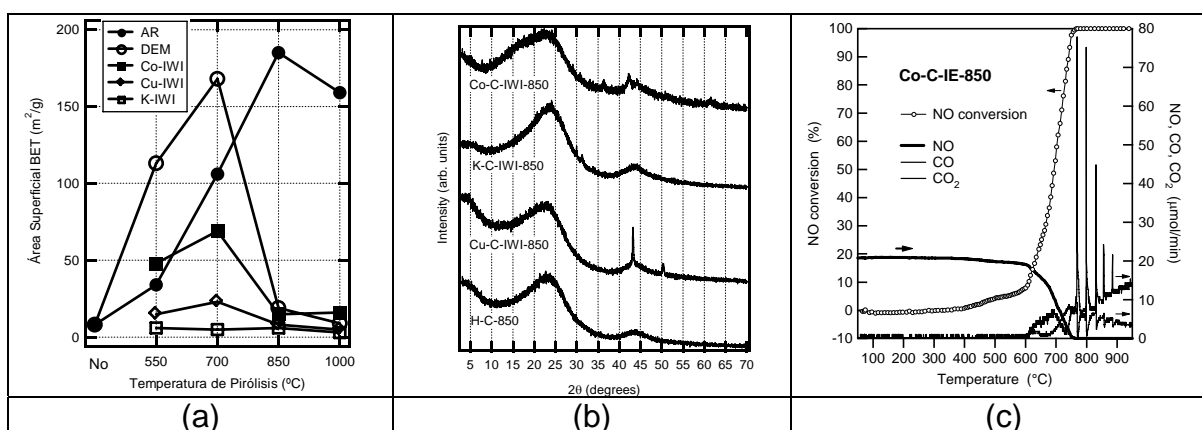
---

<sup>1</sup> L. R. Radovic and F. Rodríguez-Reinoso, in *Chemistry and Physics of Carbon*, Vol. 25 (P. A. Thrower, Ed.), 1997, Marcel Dekker: New York. pp. 243-358.

<sup>2</sup> C. A. León y León and L. R. Radovic, in *Chemistry and Physics of Carbon*, Vol. 24 (P. A. Thrower, Ed.), 1994, Marcel Dekker: New York. pp. 213-310.

en O<sub>2</sub>). Para los catalizadores IE, el área superficial aumentó en presencia de los metales mientras lo opuesto ocurrió para los catalizadores IWI. Para los catalizadores Co-IE, la mayor área superficial fue obtenida a 700 °C (Figura 1a). Los resultados de XRD (Figura 1b) mostraron que, excepto para el cobre (el cual exhibió picos agudos de Cu<sup>0</sup>), los catalizadores pueden estar altamente dispersos (o amorfos) en la superficie del soporte. Para la reacción C-O<sub>2</sub> el orden de (re)actividad fue K >> Co > Cu para los catalizadores IE y K > Cu > Co para los catalizadores IWI. En todos los casos la (re)actividad catalítica en la reducción de NO fue menor que la exhibida para la reacción C-O<sub>2</sub>. Los catalizadores K-IE y Cu-IWI parecen ser los más prometedores, aunque en el futuro debe mejorarse su actividad catalítica, quizás mediante el aumento de la microporosidad del soporte. Se presentan también algunos resultados sorprendentes respecto a la selectividad de CO y CO<sub>2</sub>, especialmente para los catalizadores Co.

En el caso de Co, a altas temperaturas se encontró un comportamiento oscilatorio que se atribuye a la gasificación del carbón catalizada por Co. Es sabido que los metales de transición pierden su actividad catalítica cuando se oxidan<sup>3</sup>; por tanto, los resultados intrigantes (e incluso dramáticos) en la figura 1c serían el efecto de las reacciones de gasificación y óxido-reducción del cobalto.



**Figuras 1a, b y c:** (a) Reactividad de muestras IWI en la reacción C-O<sub>2</sub> (b) Espectros XRD para muestras IWI carbonizadas a 850°C (c) Conversión de NO en TPR para catalizador Co-IE-850.

En conclusión, nuestro estudio inicial de catalizadores carbonosos para la reducción de NO, con relativamente bajas concentraciones, no ha resultado en el desarrollo de catalizadores muy activos, pero nos ha mostrado la dirección de posteriores mejoras y ha revelado algunos fenómenos interesantes, en especial referente a (i) las diferencias entre catalizadores preparados mediante intercambio iónico e impregnación a humedad incipiente, (ii) los efectos del tratamiento térmico, y (iii) la importancia de las etapas redox en el mecanismo de reducción de NO. Para el futuro se contempla, entre otras actividades, adicionar una etapa intermedia de activación a fin de aumentar el área superficial para lograr mayores cargas de metal sin pérdida de dispersión del catalizador.

<sup>3</sup> P. L. Walker Jr., M. Shelef, and R. A. Anderson, in Chemistry and Physics of Carbon, Vol. 4 (P. L. Walker Jr., Ed.), 1968, Marcel Dekker: New York. pp. 287-383.