



## **EFFECTO DE LA MODIFICACIÓN QUÍMICA EN CARBONES ACTIVADOS SOBRE LA ADSORCIÓN DE FENOL EN SOLUCIÓN ACUOSA**

**Pontoni, Sofía**

*Laboratorio de investigación. Departamento de Química General e Inorgánica FBCB.*

*Directora: Lic. Cecilia De Piante Vicin*

*Codirector: Dr. Pablo D. Húmpola*

Área: Ciencias Naturales.

Palabras claves: Carbones, Fenol, Adsorción.

### **INTRODUCCIÓN**

El fenol y los compuestos fenólicos, son importantes contaminantes en las aguas residuales procedentes de la actividad industrial, debido a su toxicidad a bajas concentraciones y sus posibles efectos peligrosos en la salud humana. Por lo tanto, la eliminación de los mismos del agua, disminuye las consecuencias que pueden causar en el medio ambiente y en el bienestar humano.

Se han desarrollado varios procedimientos para eliminar el fenol de efluentes acuosos, siendo el más utilizado en los últimos años la adsorción. Para ello, se han perfeccionado muchos tipos de adsorbentes, dentro de los cuales los carbones activados son los más usados debido a su alta eficiencia y viabilidad económica.

En este trabajo se realiza un estudio comparativo de las propiedades fisicoquímicas de carbones obtenidos a partir de precursores lignocelulósicos con impregnación química y activación física, y luego modificados mediante tratamiento oxidativo con ácido nítrico, evaluando posteriormente su efecto en la remoción de fenol en soluciones acuosas.

### **OBJETIVOS**

- Evaluar el efecto de la modificación con ácido nítrico sobre los grupos superficiales.
- Estudiar el efecto de la modificación con ácido nítrico sobre la adsorción de fenol.

Título del proyecto: Desarrollo de sólidos porosos para control de la contaminación: separación de gases atmosféricos y de tóxicos orgánicos e inorgánicos en aguas.

Instrumento: CAI+D

Año convocatoria: 2016

Organismo financiador: Universidad Nacional del Litoral

Director: Dr. Pablo D. Húmpola

## METODOLOGÍA

### Preparación de las muestras:

Para la preparación de los carbones activados se utilizaron como precursores cáscaras de naranja y piña de pino, que fueron caracterizados por análisis termogravimétrico (TG) (Fig. 1) y luego impregnados con ácido fosfórico 40% v/v durante 24 horas a 353 K; posteriormente se eliminó el exceso de impregnante por lavado con filtración al vacío, hasta pH constante igual o superior a 4.50. El material seco se carbonizó a 723 K con velocidad de calentamiento de 2 K.min<sup>-1</sup> y manteniendo la temperatura final por 3 horas, en horno tubular Carbolite™ y bajo flujo de N<sub>2</sub> de 80 mL.min<sup>-1</sup>. La activación física se realizó con CO<sub>2</sub> a 1123 K y flujo de 100 mL.min<sup>-1</sup>, con una velocidad de calentamiento de 2 K.min<sup>-1</sup>, durante 2 horas. Las muestras obtenidas fueron: Carbonizado de cáscaras de Naranja (CN) y Carbonizado de Piña (CP). Una porción de estas muestras se trató luego con HNO<sub>3</sub> 65% m/m en relación 1:3 durante 72 horas a 298 K y posteriormente se eliminó el exceso por lavado con filtración al vacío, hasta pH constante igual o superior a 4. Las nuevas muestras obtenidas fueron: Carbonizado de cáscaras de Naranja Modificado (CNM) y Carbonizado de Piña Modificado (CPM).

### Caracterización química y adsorción de fenol:

Se determinó el tipo y cantidad de grupos químicos superficiales por el método de Boehm, y las propiedades eléctricas de la superficie con el punto de carga cero (PCC), por el método de Drift (Tabla 1). Para la determinación de la adsorción de fenol en solución acuosa, un volumen de solución de fenol, de concentración inicial entre 0,05 y 0,5 mol.L<sup>-1</sup>, se puso en contacto con una determinada masa de los carbones en estudio, durante 5 días con agitación periódica y a temperatura constante de 303 K. La concentración de equilibrio se determinó por absorción a 272 nm con un espectrofotómetro UV-Visible Perkin Elmer Lambda 20 (Fig. 2). Los datos experimentales de la adsorción de fenol en solución acuosa fueron interpretados empleando tres modelos de ajuste teóricos: Langmuir, Freundlich y Sips (Tabla 2).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

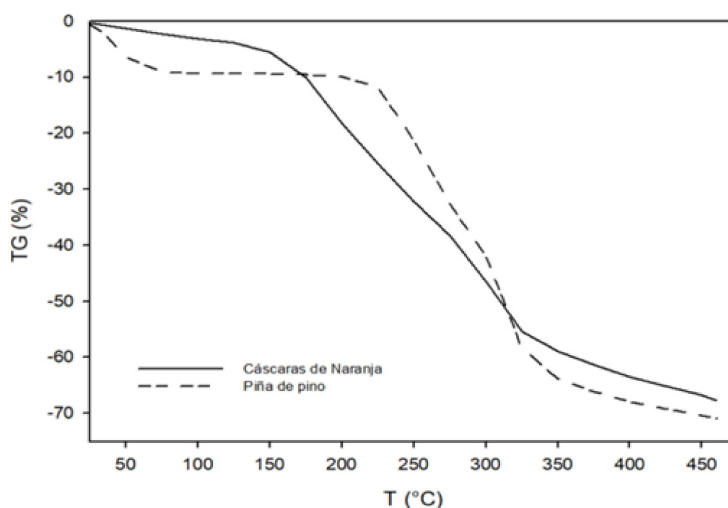


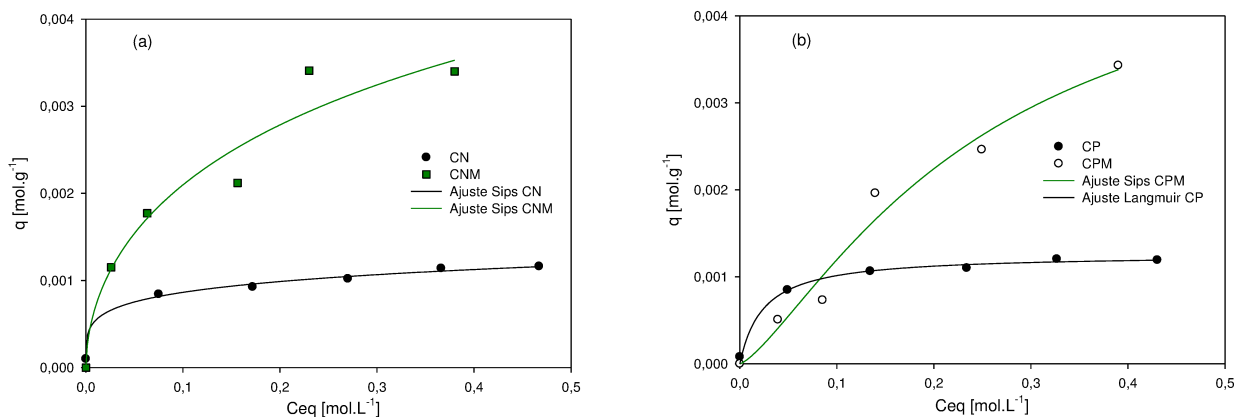
Figura 1: Análisis termogravimétrico de los precursores.

**Tabla 1: Punto de carga cero (PCC) y Grupos superficiales (mmol consumidos)**

	PCC	Fenol	Lactonas	Carboxilos	Carbonilos	Básicos totales
CN	2,00	1,42	1,36	0,45	3,08	0,00
CNM	2,17	0,58	0,23	0,70	1,16	0,54
CP	6,00	0,32	0,50	0,23	0,65	0,13
CPM	2,90	0,24	0,17	0,38	0,89	0,24

**Tabla 2: Coeficientes de correlación para modelos de ajustes teóricos:**

	LANGMUIR	FREUNDLICH	SIPS
CP	0,9902	0,9881	0,9883
CPM	0,9732	0,9681	0,9759
CN	0,9730	0,9830	0,9827
CNM	0,9434	0,9522	0,9536



**Fig. 2 – Isothermas de adsorción en solución acuosa con ajustes de Sips (a) CN y CNM (b) CP y CPM.**

**Tabla 3: Parámetros de ajuste**

	$q_m$ (mol.g <sup>-1</sup> )	$n$	$K$ (L.mol <sup>-1</sup> ) <sup>1/n</sup>
CN	0,0061	4,382	0.0038
CNM	0,0095	1,818	1.0014
CP	0,0013	5,460	41,580
CPM	0,0052	0,743	4,0798

## CONCLUSIONES

Con respecto a la química superficial se observa en ambos carbonos tratados con HNO<sub>3</sub>, que en general disminuye el número de los grupos ácidos totales de la superficie y aumentan los grupos básicos, aunque se puede evidenciar un aumento en la cantidad de grupos carboxilos en ambas muestras y de grupos carbonilos, en el caso de CPM respecto de CP, lo cual es coherente con un tratamiento oxidativo. También existe un leve aumento del punto de carga

cero en el CNM respecto de CN, consistente con el aumento de grupos básicos. En cambio, se observa una disminución notable en CPM respecto de CP.

En cuanto a los ajustes teóricos analizados, se evidencia que para tres de las muestras (CN, CNM y CPM) el modelo de tres parámetros de Sips es el más acorde para el modelado. En el caso del CN, si bien Freundlich muestra ligeramente un mejor ajuste, el mismo no permite estimar el parámetro  $q_m$  debido a que la cantidad adsorbida aumenta infinitamente con la concentración de equilibrio. Para la muestra CP el mejor ajuste se obtiene con el modelo de Langmuir (tabla 2). Respecto de la adsorción de fenol, se observa que aumenta en ambos casos en los carbones tratados con  $\text{HNO}_3$  respecto de las muestras sin tratar (tabla 3). Esto puede atribuirse al aumento de grupos carbonilos y básicos.

Para poder profundizar el análisis de la modificación realizada, se ampliará el estudio con otras técnicas como ser microscopia electrónica de barrido e isothermas de gases como  $\text{N}_2$  a 77. 4 K, para el estudio del área superficial y porosidad.

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

**Diana P. Vargas, Liliana Giraldo, Juan Carlos Moreno-Piraján**, 2017. Effect of textural and chemical characteristics of activated carbons on phenol adsorption in aqueous solutions. Pol. J. Chem. Tech., Vol., 19 (4), 87—93

**Sun J., Liua X., Zhangc F., Zhoua J., Wua J., Alsaedid A., Hayatd T., Lia J.**, 2019. Insight into the mechanism of adsorption of phenol and resorcinol on activated carbons with different oxidation degrees. Colloid Surface A, 563, 22–30.

**Húmpola, P.; Odetti, H.; Moreno-Piraján, J. C. y Liliana Giraldo**, 2016. Activated carbons obtained from agro-industrial waste: textural analysis and adsorption environmental pollutants. Adsorption, 22, 1, 23–31.

**Prashanthakumar T.K.M., Ashok Kumara S.K., Sahoob S.K.**, 2018. A quick removal of toxic phenolic compounds using porous carbon prepared from renewable biomass coconut spathe and exploration of new source for porous carbon materials. J. Environ. Chem. Eng., 6, 1434–1442.