

## Eliminación de contaminantes desde fase acuosa con carbonizados de hueso

Debido a su alta eficiencia y fácil manejo, la adsorción es un método sencillo y atractivo para eliminar contaminantes en fase acuosa. Asimismo, la aplicación de adsorbentes obtenidos a partir de residuos agrícolas [1] hace que este proceso sea económicamente viable.

En diferentes países se ha optado por que las empresas que conforman la industria cárnica, y en especial los mataderos, utilicen la incineración como método de eliminación de residuos, ya que estos son considerados desechos de alto impacto ambiental y sanitario [2].

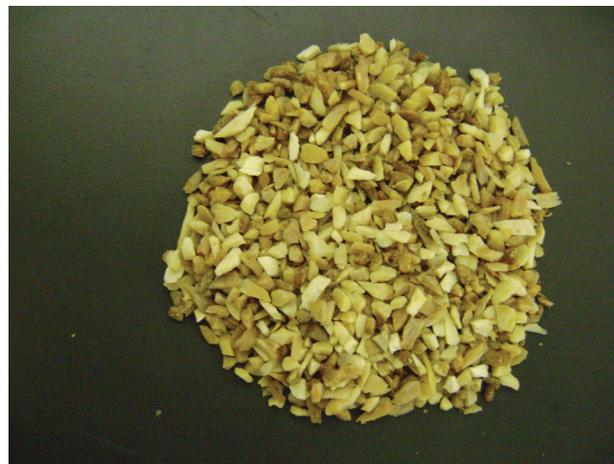
En Colombia, el peso promedio de un bovino adulto macho para matadero es de 430 kg, y de él se obtiene un rendimiento en canal del 56,6%; lo restante es considerado *residuo*, y de este, el 22,6% corresponde a los huesos. La apuesta exportadora y agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural espera obtener para el año 2015 un inventario de 37.191.954 cabezas de ganado, lo que implica la generación de  $3,6 \times 10^6$  toneladas de residuos de hueso.

Actualmente, los carbonizados de hueso (CH) han recibido atención de la industria de tratamientos de aguas residuales debido a sus ventajas frente a otros adsorbentes, entre las que se encuentran su bajo costo y versatilidad adsorbente para una amplia variedad de

Yesid Sneider  
Murillo Acevedo  
M. Sc. Estudiante  
de doctorado en Química  
en la Universidad de los Andes  
ys.murillo@uniandes.edu.co

Juan Carlos  
Moreno Piraján  
Dr. Profesor titular  
del Departamento de Química  
de la Universidad de los Andes  
jumoreno@uniandes.edu.co

Liliana  
Giraldo Gutiérrez  
Dra. Profesora asociada del  
Departamento de Química  
de la Universidad Nacional de  
Colombia  
lgiraldogu@unal.edu.co



**Figura 1.** Obtención de carbonizado de hueso bovino: a) residuo de hueso de la industria cárnica, b) hueso tratado para carbonizar, c) carbonizado de hueso bovino.  
Fuente: Fotografías de los autores

contaminantes [2]. Por esta razón, la obtención de CH como adsorbente es vista como una alternativa a la problemática ambiental que este tipo de residuos genera, y constituye, en consecuencia, un tema de investigación interesante (véase la figura 1) [3].

Se ha investigado en la literatura existente lo relativo al uso de este tipo de carbonizados para la adsorción de diferentes cationes, como  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  [4], y radionúclidos:  $^{124}\text{Sb}^{3+}$ ,  $^{124}\text{Sb}^{5+}$ ,  $^{152}\text{Eu}^{3+}$  [5], así como U (VI) [6], y aniones como el F<sup>-</sup> [3], y se ha comprobado que su composición le brinda la posibilidad de eliminar esta amplia variedad de contaminantes. Esto se debe a su principal componente, la hidroxiapatita, que le aporta esta capacidad. Además, la porosidad que se crea en el proceso de carbonización permite remover algunos compuestos orgánicos.

Cuando se trabaja en solución, se tienen en cuenta los factores que influyen en el proceso de adsorción, tales como las características del adsorbente (textura porosa y química superficial), del adsorbato (tamaño molecular, solubilidad, polaridad, hidrofobicidad, pKa y naturaleza de los sustituyentes, si es una molécula aromática), la característica química de la disolución (pH y fuerza iónica) y la temperatura [7].

En conclusión, los carbonizados de huesos se han caracterizado por ser adsorbentes de bajo costo y con alta capacidad de adsorción de radionúclidos, cationes, aniones y compuestos orgánicos (estos últimos han sido poco investigados). Los grupos de investigación de Sólidos Porosos y Calorimetría de la Universidad de los Andes, y de Calorimetría, de la Universidad Nacional de Colombia, han obtenido resultados satisfactorios en la adsorción de compuestos fenólicos desde solución acuosa, con porcentajes de remoción de entre el 90 y el 100% con este tipo de adsorbente. De este modo se evidencia el valor agregado de este residuo de industrias cárnicas y se le da solución a un problema de gran relevancia, como es el de la contaminación de aguas [8]. ●

## REFERENCIAS

- [1] Lin S, Juang R. Adsorption of phenol and its derivatives from water using synthetic resins and low-cost natural adsorbents: A review. *Journal of Environmental Management* 2009; 90 (3): 1336-1349.
- [2] Deydier E, Guilet R, Sarda S, Sharrock P. Physical and chemical characterization of crude meat and bone meal combustion residue: "waste or raw material?". *Journal of Hazardous Materials* 2005; 121(1-3): 141-148.
- [3] Leyva-Ramos R, Rivera-Utrilla J, Medellín-Castillo N, Sánchez-Polo M. Kinetic modeling of fluoride adsorption from aqueous solution onto bone char. *Chemical Engineering Journal* 2008; 158(3): 1-37.
- [4] Deydier E, Guilet R, Sharrock P. Beneficial use of meat and bone meal combustion residue: "an efficient low cost material to remove lead from aqueous effluent". *Journal of Hazardous Materials* 2003; B101(1): 55-64.
- [5] Abdel Raouf MW, Daifullah AAM. Potential use of bone charcoal in the removal of antimony and europium radioisotopes from radioactive wastes. *Adsorption Science and Technology* 1997; 15(8): 559-569.
- [6] Fuller CC, Bargar JR, Davis JA. Molecular-Scale characterization of uranium sorption by bone apatite materials for a permeable reactive barrier demonstration. *Environmental Science and Technology* 2003; 37(20): 4642-4649.
- [7] Moreno-Castilla C, López M. En Sólidos porosos: preparación, caracterización y aplicaciones. Bogotá: Ediciones Uniandes; 2007.
- [8] Murillo-Acevedo YS, Giraldo Gutiérrez L, Moreno-Piraján JC. Characterization of the adsorption of 2,4-dinitrophenol from aqueous solution onto bovine char by immersion calorimetry. *Adsorption Science and Technology* 2010; 28(8/9): 789-796.