



## FIJACIÓN DE METALES DIVALENTES, Sr y Cd, EN HIDROXIAPATITA SINTÉTICA

Jesús M. Soriano Rodríguez,

Verónica E. Badillo Almaraz<sup>(a)</sup>

Universidad Autónoma de Zacatecas / Unidad Académica de Estudios Nucleares

C. Ciprés No. 10 Fracc. La Peñuela 98068 Zacatecas, Zac.

[je\\_soriano@lyco.com](mailto:je_soriano@lyco.com), [ebadillo@cantera.reduaz.mx](mailto:ebadillo@cantera.reduaz.mx)

Fabiola Monroy Guzmán

(2) Gerencia de Aplicaciones Nucleares en la Salud, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, km 36.5 Carr. México-Toluca, 52045, Edo. de México

[fmg@nuclear.inin.mx](mailto:fmg@nuclear.inin.mx)

### 1. INTRODUCCION

La acumulación de residuos sólidos en el Estado de Zacatecas, derivados de la explotación para metales preciosos, Au y Ag en su mayoría, por varias empresas nacionales y extranjeras puede resultar peligrosa, si los elementos metálicos contenidos en estos sedimentos se propagan en el medio ambiente vía el agua y/o el aire. En algunas plantas de beneficio de los alrededores de la ciudad de Zacatecas, los elementos As, Mn, Ni, Zn, Cu, Pb y Cd son los más abundantes en los sedimentos estudiados (jales). La movilidad de estos contaminantes hace que se incorporen en las aguas superficiales y subterráneas, derivando la necesidad de aplicar tecnologías para su remoción, siendo la más utilizada la fijación de elementos contaminantes en fases minerales [1]. La remoción de metales en materiales adsorbentes se ha propuesto también para el tratamiento de soluciones acuosas de desechos nucleares que contienen metales solubles y que requieren una concentración del metal para luego recuperarlo en una forma más segura. Entre los metales divalentes presentes en los desechos acuosos radiactivos se encuentra el estroncio [2].

La hidroxiapatita sintética ha sido investigada como un agente potencial para descontaminar suelos y aguas de metales pesados [3, 4, 5]. Sin embargo, la interacción de las apatitas con los metales divalentes aún no ha sido bien especificada, debido a las condiciones fisicoquímicas aplicadas en los distintos trabajos reportados en la literatura. En este trabajo de investigación, se propone estudiar la fijación de metales divalentes, el estroncio y el cadmio a la escala de trazas, en un intercambiador de iones inorgánico, la Hidroxiapatita sintética Bio Gel HTP comercializada por BIO RAD, estudiando la influencia del valor del pH de la solución.

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos para evaluar la afinidad de la hidroxiapatita por los metales divalentes en función del pH. En este trabajo, la retención de las especies químicas estudiadas se determinó utilizando las posibilidades experimentales que ofrece la técnica de trazadores radioactivos mediante los radisótopos  $^{87m}\text{Sr}$  y  $^{115}\text{Cd}$ , producidos por bombardeo neutrónico de sus isótopos estables, en el Reactor Nuclear del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

En este trabajo, el porcentaje retenido de metal divalente es determinado, utilizando las posibilidades experimentales que ofrece la técnica de trazadores radioactivos y cuya expresión es:



$$\% R = \left( \frac{A^{\circ}}{A} - 1 \right) \times 100 \quad (1)$$

donde:

$A^{\circ}$  = actividad total inicial del isótopo (cpm)

$A$  = actividad total residual del isótopo en la fase acuosa (cpm)

El porcentaje de fijación permite determinar la relación de actividades de la fase acuosa antes y después de que se establezca el equilibrio de retención, sin precisar la forma de las especies retenidas en la fase sólida ni aquellas presentes en la fase acuosa. Además, en este trabajo de investigación se utilizaron los trazadores radiactivos en concentraciones de  $2.8 \times 10^{-6}$  M para el cadmio y  $3.8 \times 10^{-6}$  M para el estroncio con la finalidad de eliminar la posible formación de precipitados de  $Cd(OH)_2 \downarrow$  y  $Sr(OH)_2 \downarrow$ .

Las medidas de pH se efectúan en modo estático con el fin de evitar toda pérdida del sólido. La calibración del pH-metro se realiza con soluciones comerciales y luego se miden los valores de pH de las muestras.

Las medidas de radiactividad se determinaron utilizando un detector de estado sólido de Germanio Hiper-puro marca Canberra Modelo 7229P, acoplado a un analizador multicanal ACUSPECT-A (8k) y a una computadora personal. Los resultados se analizaron utilizando el software MCA Genie 2000 de Canberra, bajo la misma geometría. El detector fue calibrado con  $^{60}Co$  y  $^{137}Cs$  utilizando los fotopicos de 1172.3, 1332.5 y 661.5 KeV. Los fotopicos utilizados para realizar el análisis fueron los picos de 388.41 KeV para  $^{87m}Sr$  y los de 336.3 y 527.86 KeV para  $^{115}Cd$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las siguientes figuras muestran los resultados de la fijación de estroncio y de cadmio en la hidroxiapatita en una solución de  $CaCl_2$  0.01M. Las medidas de pH se efectúan en modo estático con el fin de evitar toda pérdida del sólido. La calibración del pH-metro se realiza con soluciones comerciales y luego se miden los valores de pH de las muestras.

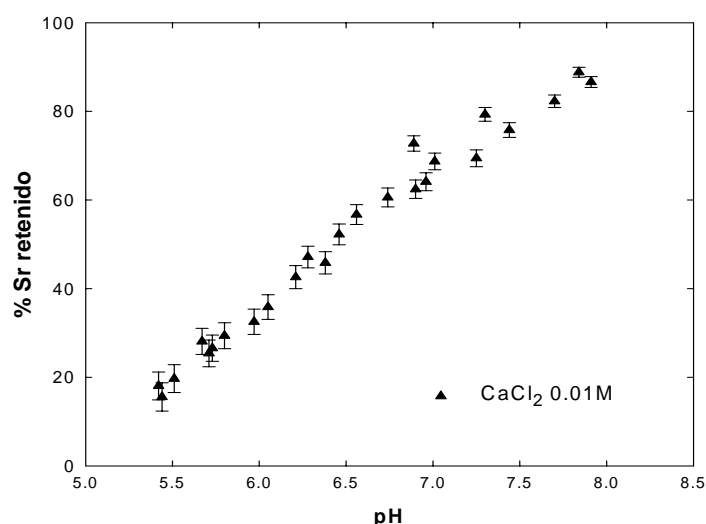


Figura 1- Porcentaje de retención del Sr(II) en función del pH  $3.8 \times 10^{-6}$  M

La figura 1 muestra el porcentaje de retención del estroncio a la concentración de  $3.8 \times 10^{-6}$  M en función del pH de la solución. Los resultados permiten ver la fuerte influencia del pH en la retención del estroncio, la cual aumenta en todo el intervalo de pH estudiado. La retención de estroncio en trazas se aproxima hasta casi un 100%.

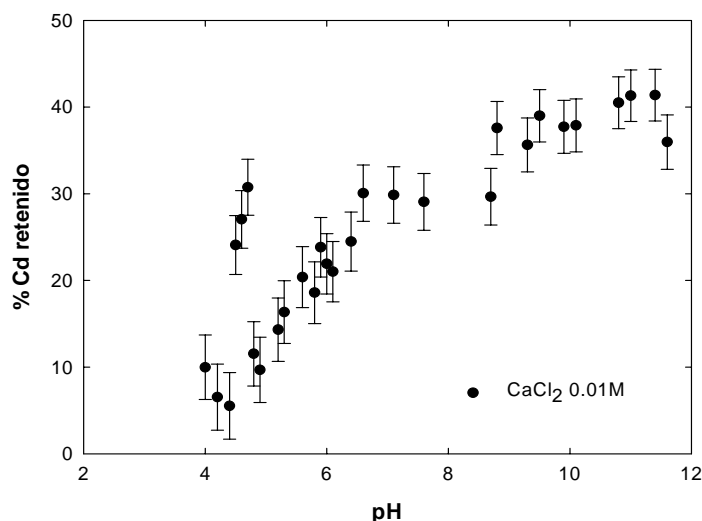


Figura 2- Porcentaje de retención del Cd(II) en función del pH  $2.8 \times 10^{-6} M$

La figura 2 muestra el porcentaje de retención del cadmio a la concentración de  $2.8 \times 10^{-6} M$  en función del pH de la solución. Los resultados permiten ver la fuerte influencia del pH en la retención del cadmio, la cual aumenta en todo el intervalo de pH estudiado, para lograr un 40% de fijación en el intervalo de pH entre 8-10.

En estas condiciones fisicoquímicas de concentración de metal divalente a la escala de trazas, se observa la fuerte influencia del pH de la solución, es decir, de la concentración de los iones hidroxilo en la retención de los metales divalentes en la fase mineral hidroxiapatita. Las medidas de fijación de los metales divalentes, estroncio y cadmio, en trazas reportadas en este trabajo de investigación muestran que la hidroxiapatita Bio-Gel HTP presenta una retención cercana al 100% para el estroncio y de un 40% para el cadmio a valores de pH cercanos a 9, lo cual hace evidente la marcada afinidad de este sólido por la estroncio con respecto al cadmio. La utilización de trazadores radiactivos permite evitar la formación de precipitados.

#### 4. REFERENCIAS

- X. Chen, J. V. Wright, J. L. Conca, L. M. Peurrung. Evaluation of heavy metal remediation using mineral apatite. *Water, Air and Soil Pollution*, **98**, (1997) 57-78.
- B. Bilgin, G. Atun, G. Keçeli. Adsorption of strontium on illite. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 250, No. 2 (2001) 323-328.
- T. Suzuki, T. Hatsushika, M. Miyake. Synthetic Hydroxyapatites as Inorganic Cation Exchangers. Part 2. *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1*, **78**, (1982) 3605-3611.
- T. Suzuki, K. Ishigaki, M. Miyake. Synthetic Hydroxyapatites as Inorganic Cation Exchangers. Part 3. *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1*, **80**, (1984) 3157-3165.
- J. Jeanjean, M. Fedoroff, F. Faverjon, U. Vincent. Influence of pH on the sorption of cadmium ions on calcium hydroxyapatite. *Journal of Materials Science*. **31** (1196) 6156-6160.