



Propiedades Ácido-básicas de la hidroxiapatita

Jesús M. Soriano Rodríguez (1), Verónica E. Badillo-Almaraz (2), Fabiola Monroy Guzmán (3)

(1) Universidad Autónoma del Estado de México / Facultad de Ciencias Campus El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, 50200, Edo. de México.

(2) Universidad Autónoma de Zacatecas / Unidad Académica de Estudios Nucleares C. Ciprés No. 10 Fracc. La Peñuela 98068 Zacatecas, Zac.

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

E-Mail: je_soriano@lycos.com, ebadillo@canterareduaz.mx, fm@nuclear.inin.mx

Resumen

La reactividad superficial del mineral hidroxiapatita fue estudiada mediante la técnica de trazadores radiactivos. El estudio se realizó utilizando la técnica de equilibrio en "batch" a partir de una suspensión de hidroxiapatita de $1\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ en una solución de NaH_2PO_4 0.02 M como electrolito de fondo. La hidroxiapatita sintética utilizada fue de grado cromatográfico BIO-RAD HTP. La modificación del pH se efectuó agregando micro-volúmenes variables de soluciones de NaOH, para obtener un rango de pH de 9.06 a 11.41 en las suspensiones. El pH fue medido en modo estático una vez centrifugada la suspensión para evitar toda pérdida de hidroxiapatita. El coeficiente de distribución K_d fue obtenido con el radionúclido ^{24}Na . Los datos obtenidos fueron valores de K_d que se incrementan con el pH hasta un valor máximo de $6.5\text{ L}\cdot\text{kg}^{-1}$, lo que pudiera indicar la ionización de los grupos funcionales en la superficie de la hidroxiapatita.

1. Introducción

La hidroxiapatita HAp es el mineral fosfatado más común,^[1] y pertenece a la familia de las apatitas. En años recientes la HAp se ha convertido en un material de importantes aplicaciones en la medicina, industria y restauración del ambiente.

La hidroxiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ cristaliza en el sistema hexagonal, con un grupo espacial $P6_3/m$. Estas estructuras exhiben una alta estabilidad bajo condiciones de oxidación y reducción y muy baja solubilidad ($K_{sp} < 10^{-40}$) bajo condiciones alcalinas.^[2] La carga superficial en estos nanocristales es una importante propiedad que genera las características ácido-básicas de la hidroxiapatita ya que esta puede determinar que adsorbe, penetra o se adhiere en este mineral.^[3] A diferencia de los óxidos para los cuales existe una cantidad considerable de información sobre las características de carga superficial, tales como alumina y silica, poco se conoce sobre el comportamiento de los minerales escasamente solubles como son las apatitas.

2. Materiales y métodos

Los experimentos de retención en "batch" se realizaron utilizando tubos de la marca Nalgene de 50 mL previamente lavadas con 2 M HNO_3 y enjuagados con agua destilada, estas fueron secadas al aire antes de su uso. En los tubos se pesaron 0.25g de hidroxiapatita sintética y se agregaron 25mL de NaH_2PO_4 0.02M para formar una suspensión. Formada las suspensiones les fue modificado el pH agregando micro-volúmenes variables de soluciones de NaOH. Después estos tubos se colocaron en un agitador a 8 rpm con el fin de alcanzar el equilibrio termodinámico. El pH de las suspensiones se midió en modo estático con el fin de evitar toda pérdida del sólido.



La hidroxiapatita utilizada fue grado cromatográfico (diámetro medio de partícula de aproximadamente $1\mu\text{m}$); sintética comprada de Bio-Rad Laboratories Hercules, California, USA. Una descripción detallada de la HAp es provista en Lower et al.^[4] Todos los reactivos fueron grado analítico y se utilizó agua desionizada. En el experimento se prepararon tres blancos, es decir, únicamente conteniendo la solución de electrolito de fondo. En este estudio, el pH fue medido con un electrodo combinado de vidrio (Orion Co) calibrado con estándares de pH comerciales (Orion).

3. Obtención de los coeficientes de distribución

El coeficiente de distribución es un parámetro importante en la estimación de la retención de especies química en dos fases inmiscibles, como es el caso de los iones sodio en contacto con la hidroxiapatita en solución acuosa. Los coeficientes de distribución se determinaron en función del pH de la solución al equilibrio. Después de 21 días, el pH de las suspensiones fue constante y la distribución de ^{24}Na entre el sólido y la fase acuosa fue medida utilizando las posibilidades experimentales que ofrece la técnica de trazadores radiactivos con la siguiente expresión:

$$K_d = \left(\frac{A_i}{A_r} - 1 \right) \frac{V}{m}$$

Donde:

A_i es la actividad total inicial del ^{24}Na (cpm)

A_r es la actividad total residual del ^{24}Na (cpm)

V es el volumen de la fase acuosa (L)

m es la masa utilizada de hidroxiapatita (kg)

Así el K_d tiene unidades de volumen/masa, típicamente expresado en L kg^{-1} como es el caso. Las medidas de radiactividad se determinaron utilizando un detector de estado sólido de Germanio Hiperpuro marca Canberra Modelo 7229P, un analizador multicanal ACUSPECT-A (8k) y la electrónica asociada. Los resultados se analizaron utilizando el software MCA Genie 2000 de Canberra. El detector fue calibrado con ^{60}Co y ^{137}Cs utilizando los fotopicos de 1172.3, 1332.5 y 661.5 KeV. El fotopico utilizado para realizar el análisis fue el de 1368.55 keV.

4. Resultados y discusión

Como se muestra en la Figura 1 la hidroxiapatita sintética presentó valores pequeños de Coeficiente de distribución de 0.45 L kg^{-1} para un $\text{pH} = 9.06$ y el valor más alto 6.49 L kg^{-1} de K_d para un $\text{pH} = 11.41$. La retención de sodio en la superficie puede provenir de la existencia de sitios deprotonados cargados negativamente; además también podemos mencionar una disminución en el pH lo que puede significar la liberación de iones hidronio.

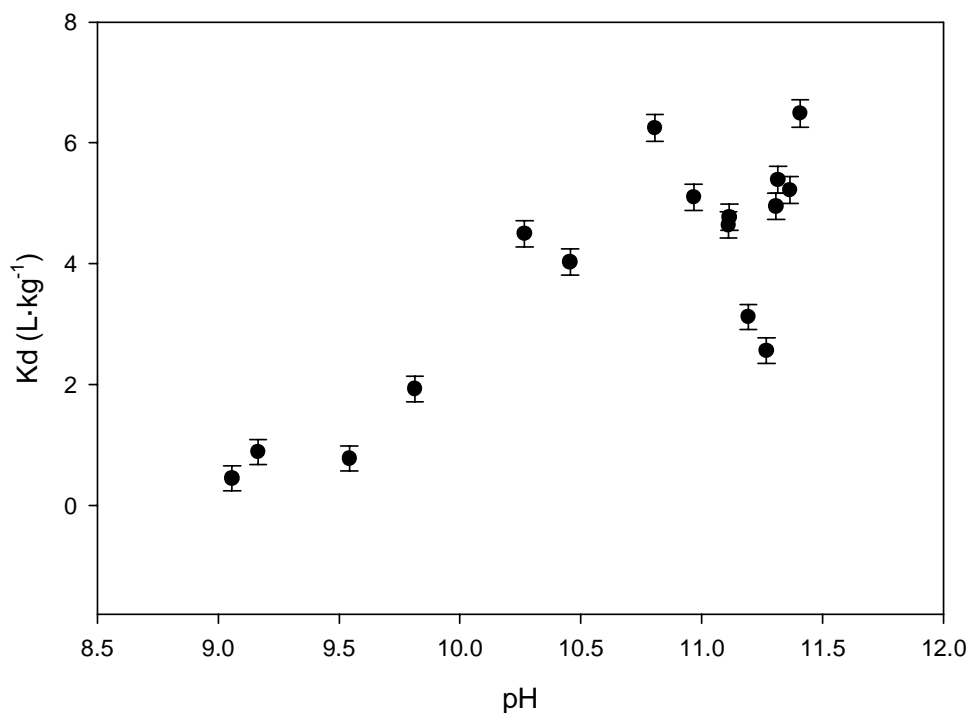


Figura 1

Las medidas de coeficiente de distribución reportadas en este estudio realizado con hidroxiapatita sintética nos permiten observar la influencia del pH en la retención de los iones sodio.

Referencias

- **White T., Ferraris C., Kim J., Madhavi S.** Apatite - An Adaptive Framework Structure. 3rd International Conference on Materials for Advanced Technologies, International Union of Materials Research Societies, 9th International Conference on Advanced Materials. Symposium Q Advances in Ecomaterials Incorporating the 7th International Conference on Ecomaterials (ICEM7). 3 - 8 July Singapore 2005.
- **Moore R.C., Holt K., Zhao H., Hasan A., Awwad N., Gasser M., and Sanchez C.** Sorption of Np(V) by synthetic hydroxyapatite. *Radiochim. Acta* 91, 721–727 2003.
- **Somasundaran P., Wang Y. H.C.** Surface Chemical Characteristics and adsorption properties of apatites. *Adsorption on and Surface Chemistry of Hydroxiapatite*, held September 12-17, at the ACS meeting in Kansas City, Missouri; Edited by Misra D. N. Plenum Press, New York 1982.
- **Lower, S.K., Maurice, P.A., Traina, S.J.** Simultaneous dissolution of hydroxylapatite and precipitation of hydroxylpyromorphite: direct evidence of homogeneous nucleation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 62, 1773–1780 1998.