



## PROPIEDADES ANFOTERICAS DE UNA KAOLINITA ZACATECANA

David A. de Haro del Rio  
Unidad Académica de Ciencias Químicas / Universidad Autónoma de Zacatecas, Carr. Cd.  
Cuahutemoc km. 0.5, Guadalupe, Zacatecas  
[dahr55@hotmail.com](mailto:dahr55@hotmail.com)

Verónica E. Badillo Almaraz  
Centro Regional de Estudios Nucleares / Universidad Autónoma de Zacatecas, C. Ciprés No. 10,  
Fracc. La Peñuela, 98068 Zacatecas, Zac.  
[ebadillo@cantera.reduaz.mx](mailto:ebadillo@cantera.reduaz.mx)

Cynthia E. Escobedo Saucedo  
Unidad Académica de Ciencias Químicas / Universidad Autónoma de Zacatecas, Carr. Cd.  
Cuahutemoc km. 0.5, Guadalupe, Zacatecas

### 1. INTRODUCCIÓN

La carga superficial es una importante propiedad que genera las propiedades ácido-básicas de los sólidos. Ésta puede determinar lo que se adsorbe, penetra o se adhiere a este mineral. Es importante pues conocer o dar una explicación del posible origen de la carga de las arcillas que permite la retención de diversas especies químicas.

Se admite que la retención de iones en las arcillas se debe en gran parte a las sustituciones isomórficas dentro de la estructura lo que se conoce como carga permanente la cual es independiente de las condiciones de pH y actividad iónica del medio. Sin embargo, cuando se trata de carga dependiente del pH, el origen de las cargas no está muy bien definido.

Si se supone la existencia de sitios reactivos en los bordes y superficies externas de las arcillas como los grupos funcionales hidroxilo, Si-OH y Al-OH, ionizables en función del valor del pH de la solución y si se adopta la definición de Brønsted para ácidos y bases, es decir, la liberación o captación de protones, se puede explicar la retención de iones y las propiedades ácido-básicas de los sólidos en términos de aparición de carga en función del pH. En este caso el ion sodio, portador de una carga positiva, se utiliza para evidenciar la presencia de cargas negativas en la superficie del sólido y demuestra experimentalmente la acidez de Brønsted de grupos funcionales desprotonados, ya que han cedido un protón.

La medición de la acidez es un tanto complicada, debido a que su determinación involucra el conocimiento

del número de centros ácidos, su fuerza, y la naturaleza de los mismos. En este trabajo de investigación se estudia la acidez con trazadores radiactivos. La utilización del radioisótopo flúor-18 y del radioisótopo sodio-22 ofrece una gran ventaja y facilidad para poder caracterizar cualquier superficie mineral en cuanto a sus propiedades ácido-básicas.

En este estudio de la acidez de Brønsted se aplicará una técnica novedosa basada en la utilización de trazadores radiactivos conjuntamente con la utilización de electrodos selectivos para estudiar la fijación del catión sodio, por medio de su isótopo radiactivo  $^{22}\text{Na}$ , en función del pH. Para el estudio de la acidez de Lewis (transferencia de un par de electrones) de los centros ácidos (silanoles y aluminoles) de la kaolinita se utilizará isótopo radiactivo  $^{18}\text{F}$ , en función del pH.

Es así que para la caracterización fisicoquímica de la kaolinita intercalada se procedió a estudiar sus propiedades ácido-base después de aplicar el protocolo de pilarización con policaciones de Aluminio.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Preparación de las suspensiones de kaolinita**

El protocolo comienza con la realización de las titulaciones ácido-base debido a que la caracterización de la arcilla se realiza en función del pH de la solución para después proseguir con la preparación de las suspensiones de la kaolinita intercalada a distintos valores de pH y la obtención del coeficiente de distribución del sodio y del flúor.

En tubos de policarbonato y polisulfona marca NALGENE con capacidad de 50mL se pesaron 250 mg de la kaolinita purificada y se les agregó 25 mL de la solución de NaCl 0.01M con un pH=3 para el estudio del sodio y NaF 0.01M con un pH=3 así como la cantidad de NaOH (0.25 M y 0.5M) requerida para lograr un determinado pH. Las suspensiones se sometieron a agitación continua en un agitador Labquake de rotación completa (360°C) hasta que se alcanzó el equilibrio termodinámico.

Se centrifugaron las muestras a 6000 rpm durante 30 minutos en una centrífuga marca HERMLET para separar completamente la solución de la fase mineral. Se procedió a medir el valor del pH al equilibrio con un electrodo de pH marca ORIÓN. Se prepararon tres blancos a los cuales sólo se les agregó el electrolito de fondo, NaCl o NaF 0.01M a un valor de pH=3.

### **2.2. Protocolo de obtención del coeficiente de distribución**

La repartición del sodio (o del flúor) entre la fase líquida y la fase sólida, se cuantificó por medio del coeficiente de distribución  $K_d$  expresado en (mL/g), que es una de las constantes de equilibrio más

importantes que se utilizan en química analítica.

En este trabajo de investigación, el valor del coeficiente de distribución se obtuvo a partir de la utilización de trazadores radioactivos, donde el isótopo utilizado fue el  $^{22}\text{Na}$  y el  $^{18}\text{F}$ , por lo que el coeficiente de distribución también puede escribirse así:

$$K_d = \left( \frac{A^\circ}{A_\ell} - 1 \right) * \frac{V}{m} \quad (1)$$

Donde:

$A^\circ$  = Actividad inicial en solución acuosa del  $^{22}\text{Na}$  ( $^{18}\text{F}$ ) en cuentas por minuto (cpm).

$A_\ell$  = Actividad en solución acuosa del  $^{22}\text{Na}$  ( $^{18}\text{F}$ ) después del equilibrio (cpm).

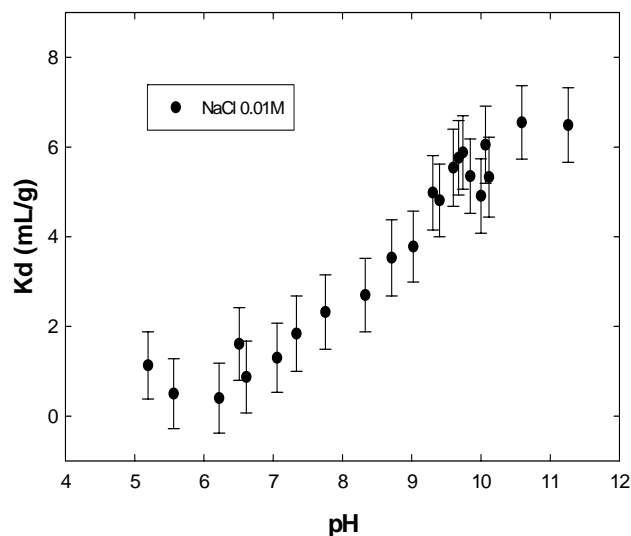
$V$  = Volumen de la solución acuosa (mL).

$m$  = Masa de kaolinita (g).

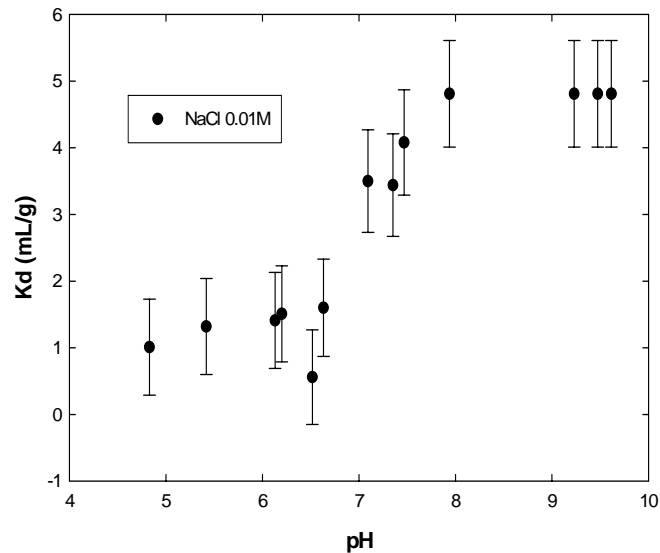
Las barras de error en los valores de  $K_d$  fueron evaluadas por el método de propagación de errores tabulados en cada serie de experimentos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan las figuras del coeficiente de distribución, en función del pH, obtenido con la ayuda del isótopo inestable de sodio  $^{22}\text{Na}$ . La siguiente figura 1 muestra el coeficiente de distribución del sodio en función del pH que se obtiene de la serie Al-400, arcilla kaolinita zacatecana modificada con el policatión de aluminio y calcinada a  $400^\circ\text{C}$  y en la cual se observa un aumento constante y gradual de este valor,  $K_d$ , en todo el intervalo del pH estudiado.



**Figura 1.** Coeficiente de Distribución del sodio de la kaolinita pilareada con aluminio y calcinada a 400°C en NaCl 0.01M (Al-400).



**Figura 2.** Coeficiente de Distribución del sodio de la kaolinita pilareada con aluminio y calcinada a 550°C en NaCl 0.01M (ZK<sub>3</sub>).

La figura 2 muestra los coeficientes de distribución de una arcilla kaolinita zacatecana modificada con el policationamiento de aluminio y calcinada a 550°C donde se observa para ambas gráficas y a pesar de la escasez de datos, debido al bajo rendimiento que se obtuvo de las pilarizaciones, una tendencia del valor del coeficiente de distribución a medida que el valor del pH de la solución aumenta.

Las arcillas en general poseen acidez del tipo Brönsted y del tipo Lewis. A la acidez de Brönsted contribuye la presencia de grupos silanoles ( $\equiv\text{Si-OH}$ ) y aluminosilos ( $\equiv\text{Al-OH}$ ) superficiales provenientes de la ruptura de uniones  $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$  de la capa tetraédrica y  $\equiv\text{Al-O-Al}\equiv$  de la capa octaédrica. Según la literatura, la acidez de Lewis resulta de la coordinación de átomos de Al o Si en el borde del cristal y de la presencia de cationes de intercambio ácidos [1].

La fijación tanto del catión sodio como del anión flúor, este último una base de Lewis fuerte, permite deducir la existencia de cargas negativas en la superficie de la kaolinita y la formación de un enlace de coordinación.

#### BIBLIOGRAFIA

[1] Cynthia Érika Escobedo Saucedo. “Estudio de la acidez de Brönsted de una kaolinita modificada con policationamientos de aluminio y zirconio”. Tesis de Licenciatura presentada el 13/10/2005. Universidad

Autónoma de Zacatecas. Asociada al proyecto ZAC-2003-94.