



Estudio electroquímico para la purificación del caolín proveniente de Agua Blanca de Iturbide, Hidalgo (México)

J. C. Flores Segura*, V.E. Reyes Cruz, F. Legorreta García, M.A. Veloz Rodríguez.

AACTyM, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

*E-mail Contacto: carlosflores.segura@gmail.com

RESUMEN

En la presente investigación se realizó un estudio electroquímico de caolines provenientes del municipio de Agua Blanca de Iturbide en el Estado de Hidalgo (México) con el fin de identificar su comportamiento ante diversas condiciones energéticas y establecer los parámetros donde es posible remover los óxidos de hierro que contienen. Tres tipos de caolín en solución fueron estudiados por voltamperometría mostrando procesos catódicos atribuidos a la reducción del hierro presente en el caolín. Los estudios de cronopotenciometría, sugiere que bajo ciertas condiciones energéticas existe la reducción de una especie en la solución que no se agota.

El mineral de partida y los productos obtenidos fueron caracterizados por Análisis químico con Plasma acoplado (ICP).

Palabras Claves: Caolín, Voltamperometría, óxidos de hierro, Reactor Batch.



1. INTRODUCCIÓN

El caolín es una arcilla producto de la descomposición de rocas feldespáticas, un silicato de aluminio hidratado cuyo componente principal es la caolinita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Éste mineral es muy versátil y tiene un gran número de aplicaciones en la industria de la fabricación [1-3]. En México, como en otros países, existe gran consumo de productos que requieren del caolín como materia prima, por lo que su demanda va en aumento. Sin embargo, el caolín que existe en abundancia es impuro. El beneficio del caolín ha sido un reto para los especialistas y se han realizado diversos estudios por diferentes técnicas como: separación magnética de alta intensidad, flotación, floculación selectiva, lixiviación, etc.[1] y aunque éstos métodos pueden ser efectivos, su aplicación representa un alto costo de inversión por lo que el procesamiento del mineral no es fácilmente aplicable en países en vías de desarrollo como es el caso de México, en donde a pesar de poseer yacimientos de este mineral, se tiene que recurrir a la importación para satisfacer la demanda. Esto se ve reflejado en la balanza del caolín mexicano en el 2009 fue de \$620,983.00 dólares en exportaciones mientras que en importaciones fue de \$48,046,055.00 dólares [4]; lo que indica que se compró casi 78 veces el valor del caolín que se exportó. El caolín que se extrae de yacimientos mexicanos, como el de Agua Blanca de Iturbide, Hidalgo, no es sometido a ningún tratamiento que aumente su pureza. Su procesamiento consiste únicamente en la extracción y molienda; en donde su clasificación se realiza de acuerdo a su coloración y se comercializado a granel.

Por otra parte, las técnicas electroquímicas han sido una herramienta muy importante en la industria de la extracción de metales como plata, oro, etc. Es por ello que en el presente trabajo se realiza un estudio electroquímico para llevar a cabo la purificación del caolín proveniente del municipio de Agua Blanca de Iturbide, Hidalgo; en el que se estudia la respuesta electroquímica de soluciones de caolín para determinar las condiciones energéticas donde es posible su blanqueo y purificación.

2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio voltamperométrico, cronopotenciométrico, cronoamperométrico de tres tipos de caolín BG (caolín beige), BL (caolín blanco) y CF (caolín de alta pureza) en solución

con el fin de conocer su comportamiento y determinar las condiciones en las que es posible la remoción de impurezas, específicamente óxidos de hierro. Los estudios se realizaron en un reactor tipo Batch con arreglo típico de tres electrodos (los cuales no se mencionan por ser probable objeto de patente), acoplados a un potenciostato-galvanostato PAR263A, y se caracterizaron por análisis químico por plasma acoplado ICP.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis químico de las muestras de entrada

La tabla 1 muestra los resultados del análisis químico de las muestras de caolín BG, BL y CF.

Tabla 1. Composición química de los caolines BG, BL y CF.

<i>Muestra</i>	% en peso	
	Fe₂O₃	TiO₂
BG	2.09	2.57
BL	1.25	2.39
CF	1.13	1.44

El caolín BG presenta un mayor contenido de óxidos de hierro lo que hace que posea una coloración beige. La muestra BL y CF también presentan óxidos de hierro en una cantidad similar. Sin embargo, el contenido de óxidos de titanio es menor en la muestra CF.

3.2 Estudios Voltamperométricos

3.2.1 BG (caolín beige)

La respuesta voltamperométrica de la solución del caolín BG (figura 1) presenta un proceso de reducción en el intervalo (a) el cual es atribuido a la reducción de óxidos de Fe. También se aprecia otro proceso catódico en el intervalo (b), el cual es atribuido a la reducción del medio.

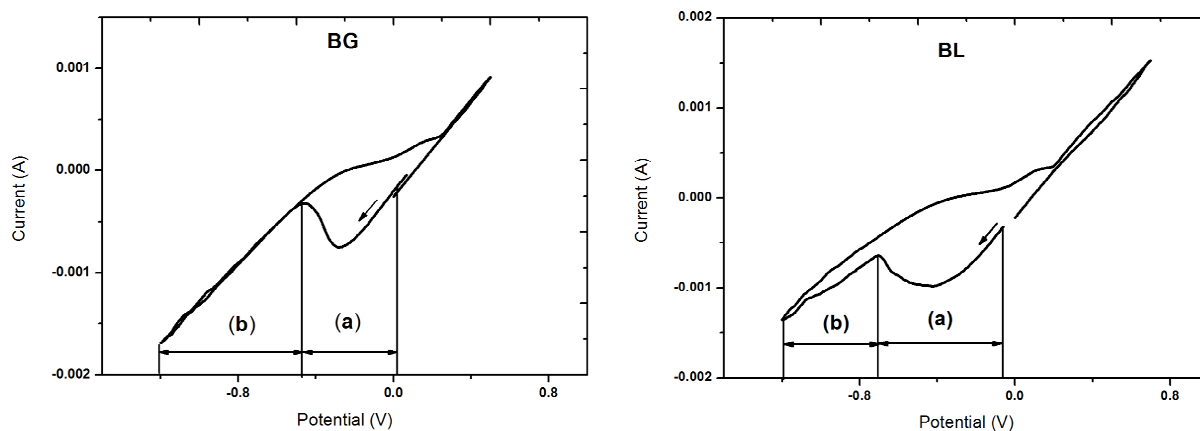


Figura 1 y 2. Voltamperogramas obtenidos en las soluciones de caolín BG y caolín BL respectivamente, a una velocidad de barrido de 25 mv /s cuando se inicia el barrido en dirección catódica.

3.2.2 BL (caolín blanco)

En la figura 2 es posible observar también los dos procesos de reducción uno en el intervalo (a) y otro en el intervalo (b); atribuidos a la reducción de las especies de hierro y a la reducción del medio respectivamente. También se aprecia que en la muestra BL, el proceso (a) presenta una mayor corriente máxima de reducción $-9.7E-04$ A respecto a $-7.3E-04$ A de la muestra BG. Este comportamiento puede ser atribuido a que la presencia de Ti modifica la respuesta de reducción de los óxidos de Fe.

3.2.3 Caolín CF (alta pureza)

Al igual que en las muestras BG y BL (figuras 1 y 2) en la respuesta voltamperométrica del Caolín CF (figura 3) también se presentan los procesos de reducción a y b. Sin embargo, el proceso (a) para la solución CF presenta una corriente máxima de reducción menor ($-4.5E-04$ A) a la del BG ($-7.3E-04$ A), figuras 1 y 3 respectivamente. Este comportamiento puede ser atribuido a que al tener una menor cantidad de Ti en CF se tiene una menor interferencia en la respuesta de la reducción de los óxidos de Fe.

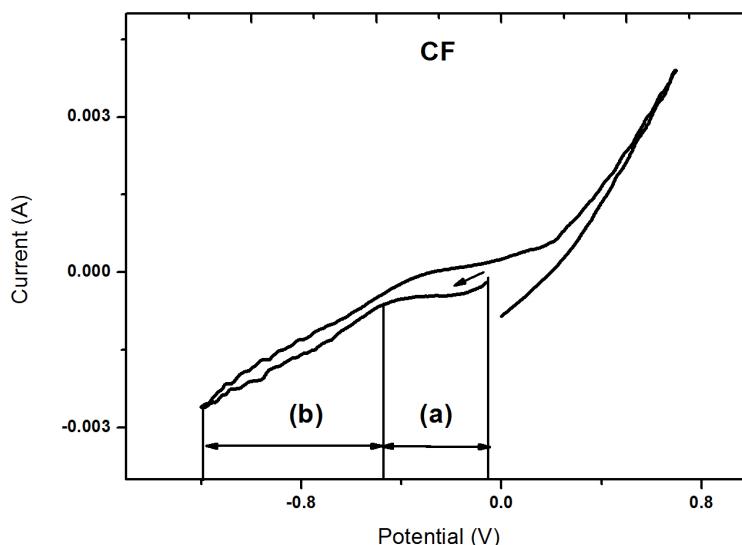


Figura 3. Voltamperograma obtenido en la solución de caolín CF a una velocidad de barrido de 25 mv/s cuando se inicia el barrido en dirección catódica.

Los resultados de los estudios voltamperométricos indican que la reducción de los óxidos de Fe en la muestra BG se lleva a cabo en el intervalo de potencial 0.01 a -0.47V y en el intervalo de corriente de $-2.15E-04A$ a $-7.3E-04A$, dicha muestra es de mayor interés debido a que contiene la mayor cantidad de óxidos de hierro y su coloración es beige.

Con la finalidad de identificar si el proceso (a) es la reducción de los óxidos de hierro se realiza un estudio cronopotenciométrico utilizando una corriente de $-7E-04A$ en la solución de caolín BG con un arreglo de dos electrodos.

3.3 Estudio Cronopotenciométrico de la solución BG (caolín beige)

En la figura 4 se muestra el transitorio cronopotenciométrico de la solución de caolín BG donde se observa una disminución considerable del potencial de celda hasta -3.25 V en el intervalo de tiempo de 0 a 20 s. A tiempos mayores de 20 s se presenta un potencial casi constante para el resto el tiempo de electrolisis. Este comportamiento indica que se está reduciendo una sola especie y que esta no se agota en la solución; en este caso la especie atribuida al óxido de hierro.

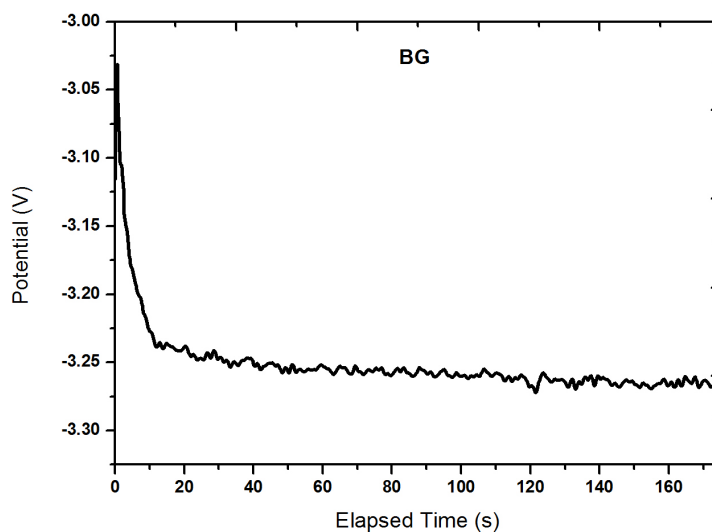


Figura 4. Transitorio cronopotenciométrico de la muestra de caolín BG, se llevo a cabo durante 180 segundos utilizando un arreglo de 2 electrodos con una corriente de $-7.0E-04A$ obtenida en los estudios voltamperométricos.

Con la finalidad de verificar la disminución de los óxidos de Fe se realiza un estudio cronoamperométrico utilizando el potencial de celda de 3.25V impuesto durante 24 h.

3.4 Estudio Cronoamperométrico

El resultado obtenido después de someter la muestra durante 24 horas a un potencial de 3.25V, fue la disminución del contenido de óxido de hierro cuyo resultado se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Composición química del caolín BG antes y después del estudio cronoamperométrico.

<i>Muestra</i>	% en peso	
	Fe_2O_3	TiO_2
BG(original)	2.09	2.42
BG(después del proceso)	1.85	2.32

Los resultados indican que se logró remover 11.48% del contenido de óxidos de hierro con respecto a la muestra original. Por otra parte, respecto al contenido de óxidos de titanio, no hubo

un cambio significativo, lo cual indica que el proceso es específico y actúa sobre los óxidos de hierro.

4. CONCLUSIONES

Los estudios voltamperométricos indicaron que los intervalos de potencial y corriente donde se puede llevar a cabo la purificación del caolín beige son entre 0.01 a -0.47V y -2.15E-04A a -7.3E-04A respectivamente.

El estudio cronopotenciométrico indica que se tiene la reducción de una sola especie en la muestra BG cuando se impone una corriente de -7.0E-04A, atribuida a los óxidos de Fe.

El estudio cronoamperométrico verifico la reducción de óxidos de Fe bajo las condiciones encontradas en el estudio cronopotenciométrico.

Las técnicas electroquímicas pueden ayudar en el proceso de purificación del caolín contaminado ayudando a aumentar su blancura y con ello su valor agregado.

5. AGRADECIMIENTOS

El autor Juan Carlos Flores agradece a CONACyT por la beca otorgada para estudios de doctorado (no. 373338)

6. REFERENCIAS

- [1] H. H. Murray. *Applied Clay Mineralogy. Occurrences, Processing And Application Of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, And Common Clays*. p. 67-76. Elsevier. Países Bajos (2007).
- [2] H. H. Murray. *Traditional and new applications for kaolin, smectite, and palygorskite: a general overview*, Applied Clay Science, Vol. 17, pp. 207-221 Países Bajos (2000).
- [3] Siddiquia, M. A., Ahmeda, Z. A., Saleemi, A., *Evaluation of Swat kaolin deposits of Pakistan for industrial uses*, Applied Clay Science, Vol. 29, pp. 55-72 Arabia Saudita(2005).
- [4] Departamento de Estadística Minera. *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada 2009*. Servicio Geológico Mexicano, pp 208-209, México, 2010.