



31 (2015) 33-37

## ELUCIÓN DE IONES DE NÍQUEL DESDE ESFERAS ALGINATO

Alvaro Aracena<sup>a</sup>, Francisco Cárcamo<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Ingeniería Química, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, General Cruz 34,  
Valparaíso, Chile  
E-mail: avaro.aracena@pucv.cl

### Resumen

En este trabajo se estudió la elución de iones de níquel desde esferas protonadas de alginato a diferentes condiciones de trabajo. El trabajo experimental fue realizado en un reactor agitado del tipo batch a escala de laboratorio. Las esferas de alginato cargadas previamente con níquel fueron contactadas con soluciones de ácido sulfúrico a diferentes temperaturas y agitación. Los resultados experimentales mostraron que utilizando concentraciones de  $H_2SO_4$  sobre 0.01 g/L, existió elución de Ni desde las esferas de alginato alcanzando valores de 75% a los 120 minutos, mientras que incrementando la concentración a 0.03 g/L, se alcanzó una elución de 40%. La máxima elución de Ni fue de 85% a una concentración de ácido de 2.5 g/L. Para concentraciones de 0.005 g/L de  $H_2SO_4$ , no se evidenció remoción de Ni desde el alginato. El efecto de la temperatura fue preponderante, ya que al incrementar en 20°C, la elución de Ni se incrementó al doble. Al aumentar la agitación de las soluciones, también aumentó la elución de iones de níquel. Por último, se estudió la utilización de diferentes ácidos tales como HCl,  $HNO_3$  y  $HClO_4$ .

Palabras clave: Elución. Remoción. Níquel. Esferas de Alginato. Ácido Sulfúrico.

## 1. Introducción

Hoy en día, muchas industrias que se especializan en el plateado y baterías, liberan metales pesados tales como cobre y níquel en las aguas residuales, siendo muy perjudiciales en la salud humana [1-2]. Causal de aquello, la remoción y elución de estos metales desde las aguas residuales se ha vuelto un tópico de alto interés [3]. Un proceso que persigue la remoción y elución de metales tóxicos es la utilización de esferas de alginato (siglas en inglés PDAB) desde soluciones diluidas. Estas esferas de alginato ya han demostrado su potencial uso tal como la remoción de  $\text{Cr}^{+3}$  [4],  $\text{Cd}^{+2}$  [5] y otros metales pesados [6]. Posteriormente a la remoción con las esferas de alginato ya cargadas con el metal adsorbido, el proceso que se persigue es la desorción del metal, llamada también como proceso de Elución. Esta técnica ha sido estudiada también en minerales de oro utilizando carbón activado [7].

Este trabajo de investigación tiene como objetivo estudiar los mecanismos de elución de iones de níquel desde las esferas de alginato bajo condiciones experimentales tales como concentración de ácido sulfúrico, temperatura y diferentes ácidos.

## 2. Parte Experimental.

### 2.1 Esferas de Intercambio Iónico.

La elaboración de las esferas de alginato con Ba, con su posterior protonación y secado están descritos en protocolos dados en

diferentes trabajos [6], demostrando una buena resistencia química y física en soluciones acuosas.

### 2.2 Disolución de níquel y disolución eluyente.

Para la preparación de la disolución de níquel y de las disoluciones eluyentes se utilizó agua bidestilada y reactivos químicos de grado analítico, tales como: Sulfato de níquel Hexahidratado ( $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), Ácido Nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), Ácido Clorhídrico (HCl), y Ácido Perclórico ( $\text{HClO}_4$ ).

### 2.3 Etapa de Remoción.

Los experimentos de remoción fueron realizados con 400 ml de solución de níquel con una concentración de 17 (mg/L), el cual se puso en contacto con 80 mg de PDAB para un tiempo de contacto de 5 horas a 25°C. El pH de la solución se mantuvo constante (pH 5) agregando cantidades de NaOH en solución con concentración conocida.

### 2.4 Etapa de Elución.

Previamente se cargó las esferas de alginato cada vez que se realizó un experimento de este tipo y las experiencias de desorción se realizaron en un reactor con 400 mL con agitación de 300 rpm por un tiempo de contacto de 2 horas. En esta etapa se determinó la concentración de níquel en la disolución rica y se evaluó el porcentaje de níquel desorbido en función del tiempo para las diferentes condiciones experimentales. Las variables estudiadas y sus rangos de experimentación se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Variables y rangos de experimentación en la etapa de elución.

Variable	Rango de Experimentación
Concentración $\text{H}_2\text{SO}_4$	0.03 - 1.5 g/L
Temperatura de Elución	4 – 60 °C
$\text{HNO}_3$ , HCl, $\text{HClO}_4$	0.25 g/L

### 3. Resultados y Discusión.

A continuación se presentan los resultados de efectos de las diferentes variables en la elución de níquel.

#### 3.1 Efecto de la concentración de Ácido Sulfúrico

En la figura 1 se muestra el efecto del ácido sulfúrico sobre la elución de níquel, cuando se trabajó con una concentración de 1.5 g/L de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La presencia de ácido sulfúrico produjo un efecto positivo en la desorción, ya

que a medida que aumentaba la concentración de ácido, se incrementaba la cantidad de níquel en solución, llegando a un 75% de elución, enfatizándose esto para los mayores tiempos de contacto. Cabe destacar que, a esta misma concentración en los primeros 30 minutos ocurrió una desorción más rápida para luego al cabo de la última media hora llegar al equilibrio. Por otro lado, al disminuir la concentración de ácido, la elución decreció hasta llegar a un 40 %.

La situación anterior puede ser explicada mediante la siguiente reacción:

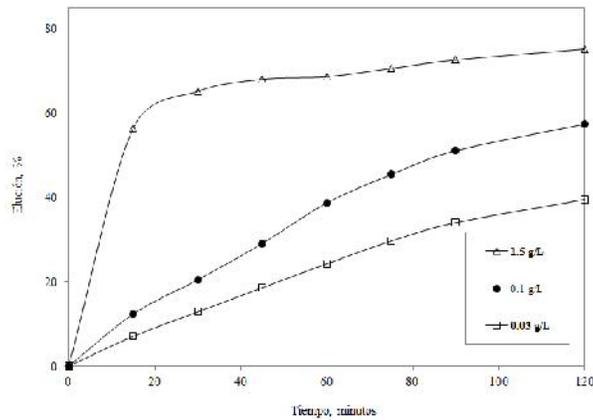


Figura 1. Efecto de la Concentración de Ácido Sulfúrico en la Elución de Níquel.

#### 3.2 Efecto de la Temperatura

De acuerdo con la figura 2 se muestran los resultados de elución de níquel al trabajar con diferentes temperaturas en la disolución eluyente, para lograr estos resultados se

trabajó con las mejores condiciones de elución.

Claramente se observa que la temperatura favoreció el proceso de desorción, obteniéndose valores de hasta el 90 % al trabajar con una disolución desorbente.

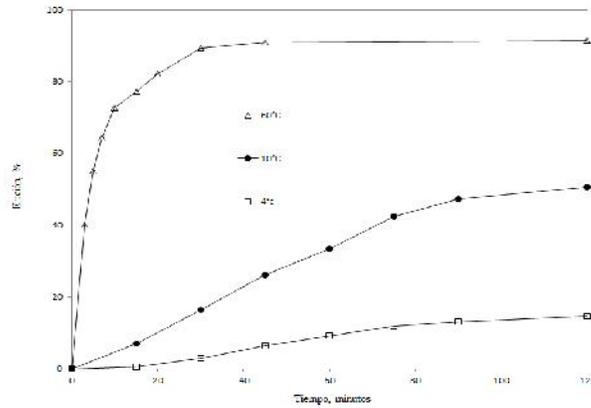


Figura 2. Efecto de la Temperatura en la Elución de Níquel.

### 3.3 Efecto de otros ácidos fuertes

De acuerdo con la figura 3, muestra los resultados obtenidos en la elución de níquel, a 25°C, por un tiempo de contacto de 2 horas, al estudiar el efecto de diferentes ácidos como disoluciones eluyentes.

Se puede apreciar que los ácidos que arrojaron mejores resultados fueron el nítrico y perclórico, llegando a un 66 % y 56% de elución, respectivamente. Mientras que, el ácido clorhídrico tuvo un efecto perjudicial en la desorción del metal, llegando solo a recuperaciones del 30 % elución.

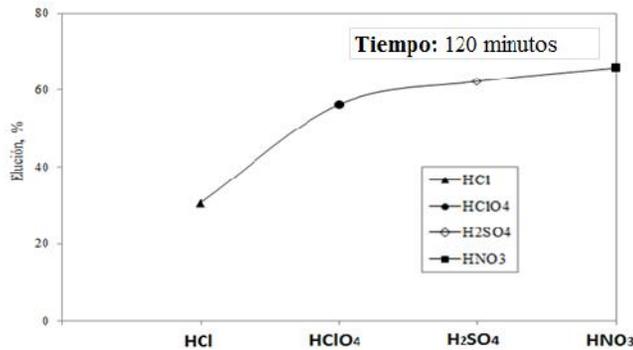


Figura 3. Efecto de diferentes ácidos en la Elución de Níquel.

### 4. Conclusiones

La elución de Níquel fue estudiada a 0.25 g/L utilizando esferas de alginato previamente cargadas en la etapa de remoción. La elución se incrementa significativamente al aumentar la temperatura de la disolución valores de elución de 90 % a pH=3.0.

La elución de níquel estuvo marcada por la concentración de ácido como medio eluyente.

El comportamiento de los ácidos nítrico y perclórico, comparado con el 62 % de elución de níquel del ácido sulfúrico, se destaca un hecho significativo. La única falencia de este punto esta en el bajo costo económico que tiene el ácido sulfúrico con respecto a los ácidos ya mencionados.

5. Referencias

- [1] H. Hasar, J. Hazard, Mater. B97 (2003) 49
- [2] S. Al-Asheh and Z. Duvnjak, Adv. Environ. Res. 1 (1997) 194
- [3] F. Veglió and F. Beolchini, Hydrometallurgy 44 (1997) 301
- [4] J.P. Ibañez and Y. Umetsu, Hydrometallurgy 72 (2004) 327-334
- [5] J.P. Ibañez and Y. Umetsu, Canadian Metallurgical Quarterly 47 (2008) 45-50
- [6] J.P. Ibañez and Y. Umetsu, Hydrometallurgy 64 (2002) 89-99
- [7] C. Vargas, P. Navarro, E. Araya, F. Pavéz, F.J. Alguacil, Revista de Metalurgia 42 (2006) 222-233.