

USO DE ELECTRODIÁLISIS PARA LA EXTRACCIÓN DE LITIO

Maximiliano Álvarez,
Departamento de Ingeniería Metalúrgica,

Gerardo Cifuentes,
Universidad de Santiago de Chile (USACH)
gerardo.cifuentes@usach.cl

Magdalena Cifuentes
Departamento de Ingeniería Química y
Nuclear
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)

Resumen

El presente estudio evalúa la factibilidad de una vía alternativa para la extracción de litio a partir de salmueras, utilizando una celda de electrodiálisis la cual consta de dos compartimientos separados por una membrana del tipo catiónica. En uno de los compartimientos se hace circular la salmuera rica en Litio, la cual se le nombra anolito, debido a que es la solución que contiene la semi-celda donde se encuentra el Ánodo. Análogamente se nombra catolito a la solución donde se encuentra el Cátodo y por ende a la solución receptora de cationes provenientes de anolito, como el Litio, cuando circula un campo eléctrico por la celda.

Es evaluado también la variación de uno de los parámetros primordiales para las celdas electroquímicas, la densidad de corriente. Dando como resultado una relación directamente proporcional entre la densidad de corriente empleada y la cantidad de litio concentrado.

La variación en la solución inicial utilizada para extraer el Litio provee un resultado distinto en cuanto a la magnitud de la concentración de Litio extraído, por lo que se determinó la tendencia a una dependencia del resultado de extracción en base a la concentración de la salmuera madre (anolito).

El estudio consta de resultados preliminares sobre la factibilidad de la extracción del metal nombrado mediante esta técnica. Se proyecta un estudio más extenso y elaborado a partir de los buenos resultados obtenidos en esta línea de trabajo.

ABSTRACT

The present study evaluates the feasibility of an alternative route for the extraction of lithium from brines, using an electro dialysis cell which consists of two compartments separated by a cationic membrane. In one of the compartments the brine rich in Lithium is circulated, which is called anolyte, because it is the solution that contains the semi-cell where the anode is located. Analogously, it is named catholyte to the solution where the cathode is located and therefore to the solution receiving cations from anolyte, such as lithium, when an electric field circulates through the cell.

The variation of one of the primary parameters for the electrochemical cells, the current density is also evaluated. Resulting in a directly proportional relationship between the current density used and the amount of lithium concentrate.

The variation in the initial solution used to extract the lithium provides a different result in terms of the magnitude of the lithium concentration extracted, so the tendency to a dependence on the extraction result was determined based on the concentration of the mother brine (anolyte)

The study consists of preliminary results on the feasibility of the extraction of the metal named by this technique. A more extensive and elaborated study is projected from the good results obtained in this line of work.

KEYWORDS

Lithium, ionic membrane, electro dialysis.

Litio, membrana iónica, electrodiálisis.

INTRODUCCIÓN

Como es bien sabido, la electrodiálisis (ED) es un proceso de membrana, durante el cual los iones se transportan a través de una membrana iónico-selectiva semipermeable, bajo la influencia de un potencial eléctrico.

Las membranas son selectivas para catión o anión, lo que básicamente significa que fluirán iones positivos o iones negativos. Las membranas selectivas para cationes son polielectrólitos con materia fija cargada negativamente, que rechazan los iones de igual signo y permitiendo que los iones cargados positivamente fluyan a través de ella. Al colocar alternativamente múltiples membranas de diferente polaridad en una fila, permite que fluyan iones cargados positiva o negativamente dependiendo del tipo de membrana, de esta forma es posible concentrar y/o separar los iones de interés. Para el litio en particular, el flujo de solución concentrada obtenida circula hasta que se alcanza un valor de concentración que permita la precipitación de la sal deseada, en este punto el flujo se descarga. Las membranas selectivas para los cationes consisten en poliestireno sulfonado, mientras que las membranas selectivas para los aniones consisten en poliestireno con amoniaco cuaternario.

En ocasiones, es necesario realizar un tratamiento previo antes de que se realice la electrodiálisis.

Los sólidos suspendidos con un diámetro que exceda los $10\ \mu\text{m}$ deben eliminarse o, de lo contrario, tapanán la membrana. También hay sustancias que pueden neutralizar una membrana, como los grandes aniones orgánicos, los coloides, los óxidos de hierro y el óxido de manganeso. Estos perturban el efecto selectivo de la membrana en cuestión.

El objetivo principal del estudio es evaluar la factibilidad de extraer Litio desde una salmuera, mediante la técnica de electrodiálisis.

Como objetivos específicos, se tiene el evaluar el efecto de la densidad de corriente utilizada. Como también evaluar la concentración inicial de la salmuera a la cual se le extraerá Litio.

PARTE EXPERIMENTAL

Los volúmenes utilizados para el catolito y anolito totales, fueron de 0,25 y 1,5 litros respectivamente, esto con el fin de lograr una mayor concentración. Los volúmenes para los dos compartimientos de la celda son idénticos. La Figura 2.1 presenta el esquema de disposición de equipos utilizados.

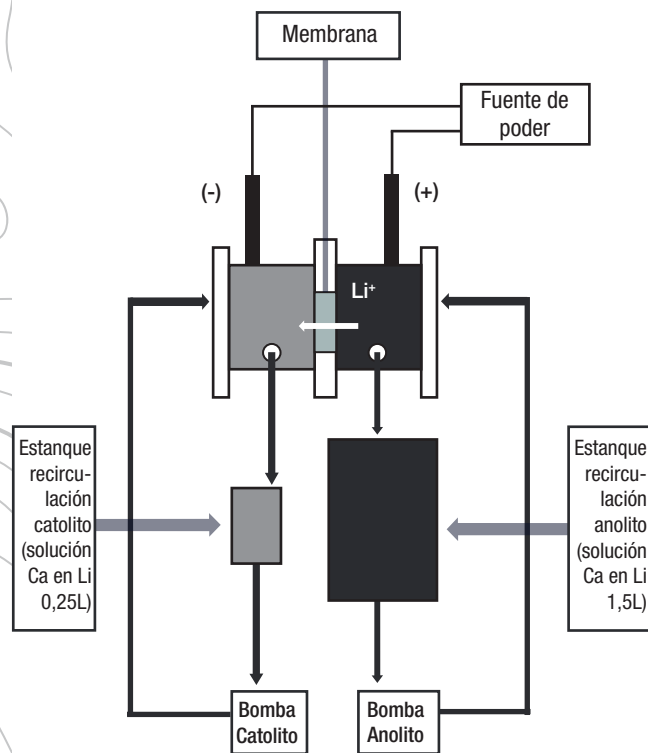


Figura 2.1 Esquema de la celda electrolítica con membrana empleada en el estudio.

Todas las pruebas se realizaron a un flujo de $1,0\ \text{L/min}$ en promedio, y la temperatura de las soluciones ronda los 20°C durante la totalidad de la prueba.

Tanto el ánodo como el cátodo son de Titanio y en ellos ocurren semirreacciones inertes en cuanto al proceso de concentración de litio que no afectan las concentraciones de los metales presentes en la salmuera, pero si provocan efectos de variación en el pH.

Dichas semi-reacciones son la oxidación del agua, Ec.1 y la reducción del hidrógeno, Ec.2, lo que da lugar a la reacción global conocida vulgarmente como el rompimiento o electrolisis del agua.



La membrana utilizada en el proceso es del tipo catiónica, y la densidad de corriente empleada en la celda se calculó base al área expuesta de la membrana entre las dos soluciones. Esta área fue de 5x5 cm. La membrana fue asegurada entre los compartimientos de la celda por etilvinilacetato (goma EVA) para evitar fugas de solución o movimiento de la membrana. Se realizaron un total de 6 pruebas, las cuales tuvieron una duración de 8 horas cada una.

Las concentraciones de Litio iniciales en las soluciones (anolito) fueron variables.

Para las primeras 3 pruebas se utilizó una muy baja concentración de 4,9 (mg/L). Para las siguientes pruebas se aumentó la concentración hasta 25,0; 30,5 y 37,5 (mg/L) respectivamente.

La concentración inicial de Litio en catolito es nula para todas las pruebas. La solución empleada como catolito contiene NaHCO_3 en concentración de 5 (g/L).

La administración de corriente se hace mediante una fuente de poder, manteniendo la corriente constante.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para las primeras 3 pruebas, las cuales tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la variación de la densidad de corriente empleada en el proceso resultó lo que presenta la Figura 3.1 a la forma de gráfico.

Los resultados para el estudio con una mayor concentración inicial en el anolito, evaluando 2 distintas densidades de corriente se muestran en la Figura 3.2.

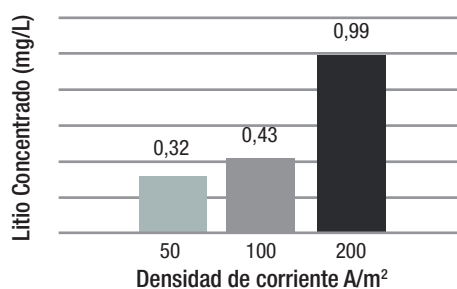


Figura 3.1 Concentración de Litio en catolito, para 3 distintas densidades de corriente.

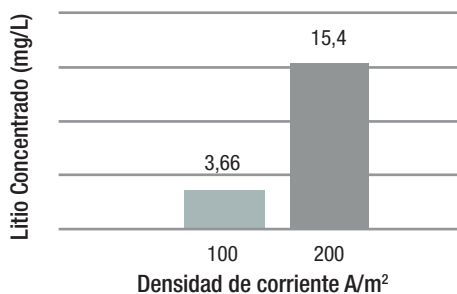


Figura 3.2 Concentración de Litio en catolito, para 2 densidades de corriente usando una concentración inicial de 30,0(mg/L).

Al variar la concentración inicial en el anolito en una pequeña magnitud, se obtiene una diferencia en los resultados, utilizando la misma densidad de corriente de 100 (A/m²).

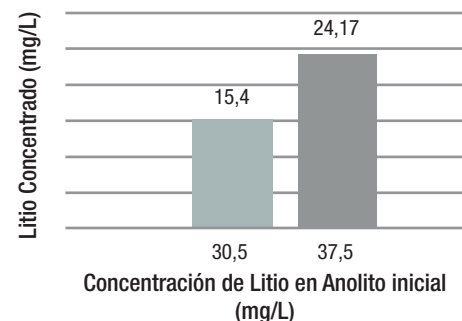


Figura 3.3 Concentración de Litio en catolito, para la misma densidad de corriente usando dos concentraciones iniciales de Litio en el anolito.

• Factibilidad Técnica del Proceso

Es posible aseverar que existe una factibilidad técnica en el empleo de la electrodiálisis para la extracción de Litio a partir de una solución de baja concentración, luego de analizados los resultados de las experiencias de laboratorio.

• Efecto de la densidad de Corriente

La cantidad de litio que se puede extraer de una salmuera a través de una membrana de intercambio iónico es directamente proporcional a la densidad de corriente utilizada en el proceso, en el rango de 50 a 200 (A/m²).

• Efecto de la concentración inicial de Anolito

A medida que la solución madre tenga una mayor concentración de Litio, el sistema tiene una mejor respuesta de extracción del metal, en otras palabras, la extracción resulta directamente proporcional a la concentración inicial de la solución madre (anolito).

• Observaciones

Como observación del estudio se debe mencionar la problemática ocurrida en algunas pruebas. El voltaje de celda aumenta demasiado una vez transcurridas algunas horas de la prueba, tras observar la celda, se da cuenta que la membrana en la parte adyacente al catolito, posee una sustancia adherida que podría ser una sal (por no ser objetivo del estudio no se efectuó un análisis de la sustancia). Dicho precipitado se observa a simple vista, y es el principal causal de la abrupta subida de voltaje del sistema, esto se corrobora ya que, al intentar raspar el precipitado de la membrana, el voltaje desciende nuevamente. Por lo que el efecto de aquel fenómeno en el proceso es de una adición de resistencia eléctrica al sistema.

Conclusiones

Se logró evaluar la factibilidad técnica del proceso obteniendo como resultado que es posible extraer Litio mediante el uso de la electrodiálisis.

Se logró determinar que la densidad de corriente utilizada tiene un efecto directo en la cantidad de Litio extraído.

También se dio cuenta que la concentración inicial de Litio en el anolito también tiene directa relación en la totalidad del Litio extraído.

Referencias

- Applegate LE. 1984. Membrane separation process. Chem. Eng. 91(12):64-89. 2)
- Tanaka Y. 2007 Ion Exchange embranes: Fundamentals and Applications, vol 12. Elsevier, p 1-531.
- A. Bernardes, G. Cifuentes, M. Antonio Siqueira, M. Ávila. Nuevos procesos y materiales para la detección y eliminación de contaminantes en agua. Porto Alegre-RS, Evangraf, 2016.
- Marco A. S. R. y otros. (2016) Electrodiálisis para el tratamiento de efluentes del proceso de electro depósito de níquel. Pp.97-110, ISBN 978-85-7727-925-8, Porto Alegre-RS, 2016.
- Strathmann H. 2004 Ion-Exchange Membrane Separation Process. Elsevier. v.9: 1-348. USA.