

## BIOADSORCIÓN DEL IÓN Co (II) POR EL ALGA MARINA *Macrosystis pyrifera*

Melissa Rabanal A., Nelson Tapia H.

Facultad de Química e Ingeniería Química - Universidad Nacional Mayor de San Marcos

### RESUMEN

Se ha investigado la bioadsorción del ión Co (II) por el alga marina parda *Macrosystis pyrifera*, la cual contiene alginato en su composición. La biomasa seca se trituró hasta alcanzar tres tamaños de partícula: menor 180, 180-250 y 250-500  $\mu\text{m}$ ., seguidamente las muestras se trataron con una solución 0,2 M de  $\text{CaCl}_2$ . La mezcla obtenida se coloca en un agitador magnético a 150 rpm durante 24 horas. El pH óptimo obtenido en el proceso de biosorción es 5. El análisis se realizó por Espectrometría de Absorción Atómica a la llama. Las isothermas experimentales se describen por los modelos de Langmuir y Freundlich. De acuerdo al modelo de Langmuir, la capacidad máxima de adsorción  $q_{\text{max}}$  son: 47.85; 44.36 y 40.16 mg/g para cada tamaño de partícula respectivamente.

**Palabras claves:** bioadsorción del Co (II), algas marinas pardas, alginato.

### ABSTRACT

The biosorption of Co(II) has been investigated using the brown seaweed *Macrosystis pyrifera*, which contains principally alginate in its composition. The dry seaweed was crushed up to obtain three sizes of particle: less than 180, 180-250 y 250-500  $\mu\text{m}$ , later was treated with a solution of 0.2 M of  $\text{CaCl}_2$  and was placed in a shaker for 24 hours at 150 rpm. The optimum pH of the process of biosorption was 5. The analysis was determined by flame Atomic Absorption spectroscopy. The biosorption isotherms are described by Langmuir and Freundlich models. According to the pattern of Langmuir, the maximum capacities of biosorption  $q_{\text{max}}$  were: 47.85; 44.36 y 40.16 mg/g for each size of particle respectively.

**Keywords:** Biosorption of Co(II), seaweed, alginate.

### INTRODUCCIÓN

La contaminación del medio ambiente por metales tóxicos surge como consecuencia de la actividad humana, principalmente por la industria metalúrgica, minera, electroquímica, textil<sup>1-11</sup>, etc.

Para solucionar este problema en efluentes industriales, se han utilizado métodos convencionales para la eliminación de metales pesados como: precipitación química, depo-

sición electroquímica, intercambio iónico, flotación, osmósis inversa; los cuales han resultado poco viables para la industria debido a su alto costo y complejidad<sup>1-11</sup>.

En cambio la bioadsorción tiene ventajas con respecto a los métodos convencionales, porque utilizan biomásas (algas, bacterias, artrópodos, etc.) las cuales son baratas y abundantes. Además tienen una alta capacidad para la adsorción de metales pesados y un bajo costo de operación.

En el presente trabajo, se ha investigado la bioadsorción del Co (II) por el alga marina parda *Macrosystis pyrifera*.

## PARTE EXPERIMENTAL

### Preparación de la biomasa

El alga extraída se lava con agua desionizada y se seca al medio ambiente, luego se tritura hasta alcanzar tres tamaños de partícula: menor 180, 180-250 y 250-500 µm. La biomasa triturada se coloca en tres erlenmeyers y se agrega una solución 0,2 M de cloruro de calcio.

La mezcla obtenida se coloca en un agitador magnético a 150 rpm durante 24 horas. Después se lava varias veces con agua desionizada para eliminar el exceso cloro y calcio. La biomasa tratada se filtra y se seca en una estufa a 40° C durante 10 horas.

### Efecto del pH

De la biomasa tratada con calcio se tomaron muestras de 0,2 g y se colocaron en seis erlenmeyers. A cada erlenmeyer se agrega 100 mL de cloruro de cobalto de 250 ppm a diferentes pH (2-7), ver figura N° 1.

Para determinar la cantidad del ión retenida por el bioadsorbente se utiliza la ecuación:

$$q = \frac{(C_i - C_f) * V}{m} \quad (1)$$

Donde: q, es la cantidad del ión adsorbido

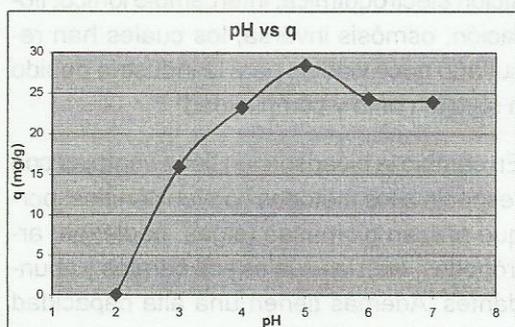


Fig. N° 1. Efecto del pH sobre la adsorción del Co (II) por el alga marina parda *Macrosystis pyrifera*.

por gramo de bioadsorbente;  $C_p$ , es la concentración del ión después de la adsorción;  $C_i$ , concentración inicial del ión; V, volumen tomado para la realizar la adsorción; m, es la masa del bioadsorbente.

### Efecto del tamaño de partícula

De la biomasa tratado con calcio se tomaron muestras de 0,2 g y se colocaron en seis erlenmeyers. A cada erlenmeyer se agregó 100 mL de cloruro de cobalto a diferentes concentraciones (50 ppm a 300 ppm), el pH = 5 se mantuvo constante durante el proceso de adsorción con soluciones de 0.01 N de HCl y NaOH. Los erlenmeyers se colocaron en un agitador magnético a 150 rpm durante 24 horas. Después de la adsorción, las soluciones se filtraron. El análisis de la cantidad de sustancia adsorbida se realizo por la técnica Espectrometría de Absorción Atómica a la llama, ver figura N° 2.

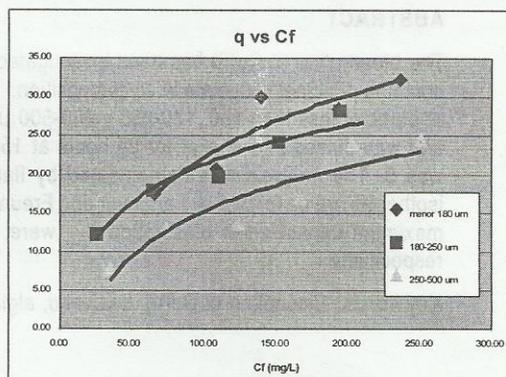


Fig. 2. Isoterma de adsorción del Co (II) por el alga marina parda *Macrosystis pyrifera*, pH = 5.

Para el tratamiento de los datos experimentales obtenidos se utilizó la forma lineal de la ecuación de Langmuir:

$$\frac{Ceq}{q} = \frac{1}{q_{max} b} + \frac{Ceq}{q_{max}} \quad (2)$$

Donde:  $q_{max}$ , capacidad máxima de la adsorción del ión por gramo de adsorbente; b, es la constante de equilibrio del proceso de adsorción y determina la afinidad entre el ión

metálico y los sitios activos del bioadsorbente<sup>7</sup>, ver Figura N° 3.

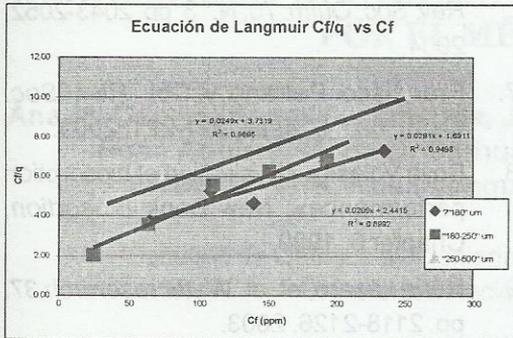


Fig. N° 3. Ecuación lineal de Langmuir (2) para diferentes tamaños de partículas, pH = 5.

Para el tratamiento de los datos experimentales también se utilizó la forma lineal de la ecuación de Freundlich:

$$\ln(q) = \ln(K) + \frac{1}{n} \ln(C_{eq}) \quad (3)$$

Donde: K, es una constante que depende de la temperatura y de la naturaleza del bioadsorbente y el ión metálico; n, expresa la dependencia matemática de la cantidad de la sustancia adsorbida con respecto a la concentración en el equilibrio, ver Figura N° 4.

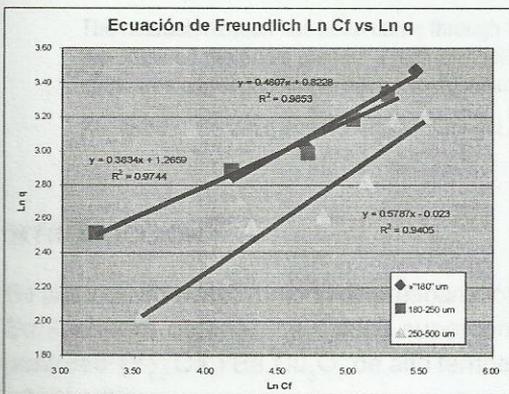


Fig. N° 4. Ecuación lineal de Freundlich (3) para diferentes tamaños de partículas, pH = 5.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Es conocido que la adsorción de metales pesados depende del pH de la solución, ya que el pH afecta la estructura de los compuestos complejos que los iones metálicos forman con el disolvente y además afecta a la estructura de los centros activos del bioadsorbente<sup>2</sup>. Se sabe que el pKa del alginato está dentro del rango 3.5-5.0, lo cual indica que a pH < 3.5 el alginato del alga marina se encuentra completamente protonado y por tanto la adsorción es menor; a un pH > 5 está desprotonado y por tanto la adsorción es mayor, tal como se observa en la figura N° 1.

La figura N° 3 nos indican que la ecuación de Langmuir (2) describe adecuadamente el proceso de bioadsorción del ion Co(II). A partir de dicha ecuación se obtiene las siguientes capacidades máximas de adsorción  $q_{max}$ : 47.85; 44.36 y 40.16 mg/g para los tamaños de partículas 180, 180-250 y 250-500 µm respectivamente, observándose que para el tamaño de partícula más pequeña hay una mayor adsorción.

La ecuación de Freundlich (3) también describe adecuadamente el proceso de biosorción (Figura N° 4). Se han obtenido los siguientes datos: Para el tamaño de partícula menor 180 µm, n = 2.08 y k = 2.28; para 180-250 µm, n = 2.61 y k = 3.55 y para 250-500 µm, n = 1.73 y k = 1.02.

## CONCLUSIONES

1. El pH óptimo para la bioadsorción del ion Co(II) por el alga marina parda *Macrosystis pyrifera* es pH = 5.
2. La capacidad máxima de adsorción  $q_{max}$  de acuerdo al modelo de Langmuir son: 47,85; 44,36 y 40,16 mg/g para el tamaño de partícula de: menor de 180 µm, 180-250 µm, 250-500 µm respectivamente.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la financiación otorgada por el Consejo Superior de Investigaciones (CSI) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Isabel Villaescusa, Nuria Fiol y col. *Rev. Water research* 38. pp.992-1002, 2004.
2. Ramiro J. E. Martins and col., *Rev. Water research* 38, pp. 693-699, 2004.
3. Dao Zhou, Lina Zhang and col. *Rev. Water research* 38. pp. 2643-2650, 2004.
4. Akira Nakajima, Yoshinari Baba. *Rev. Water research* 38. pp. 2859-2864, 2004.

5. Abel Navarro and Col. *Rev. Soc. Quím.* 70, N.º 3, pp. 147-157, 2004.
6. P. C. Faria, J. Orfao and M. F. Pereira. *Rev. Soc. Quím.* 70, N.º 3, pp. 2043-2052, 2004,
7. Francisco Peirano y Col. *Rev. Soc. Quím.* 69, N.º 4, pp. 211-221, 2003.
8. Boya Volesky. «Evaluation of biosorption performance». *New Book Biosortion*, Chapter 6, 1999.
9. Núria Lázaro, et. al. *Water reserarch* 37. pp. 2118-2126, 2003.
10. Juserine Oliverira. «Bioadsorción de Cu por perlas de alginato». Tesis UNMSM, 2003.
11. Nelson Tapia y Col. *Revista Peruana de Química e Ing. Química.* pp. 75-79, 2002.

## CONCLUSIONES

1. El pH óptimo para la bioadsorción del ion  $Co(II)$  por el algino marino (SMA) es 5.0.
2. La capacidad máxima de adsorción de  $Co(II)$  por el SMA es de 1.02 mg/g.
3. El modelo de Freundlich describe mejor el comportamiento de adsorción de  $Co(II)$  por el SMA que el modelo de Langmuir.

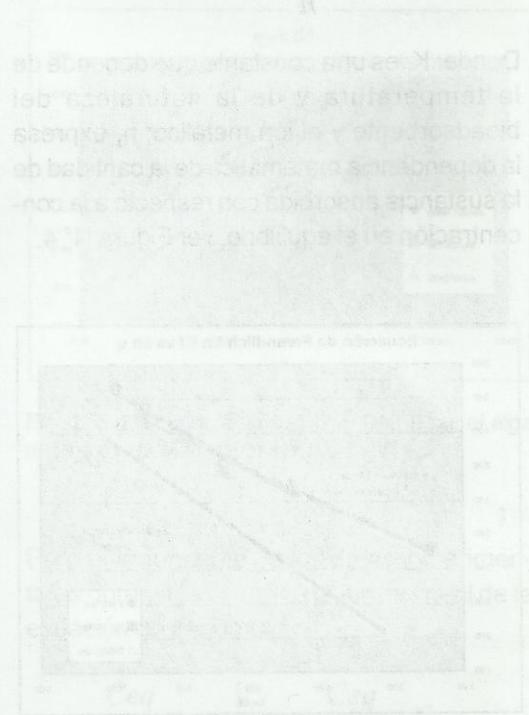


Fig. N.º 4. Ecuación lineal de Freundlich (3) para diferentes valores de partículas  $pH = 5$ .