

Revista Facultad de Ciencias Forenses y de la Salud, ISSN 2011-3331  
Nº.10 Diciembre 2014, pp. 155-162  
Tecnológico de Antioquia, Medellín (Colombia)

## **Bioadsorción de cobre (III) en soluciones acuosas con *Saccharomyces cerevisiae***

*Biosorption of Copper (III) in Aqueous Solutions with *Saccharomyces Cerevisiae**

Juan Felipe Zapata<sup>1</sup>  
Carolina García Ávila<sup>2</sup>

**Tipo de artículo:** Investigación

### **Resumen**

El vertimiento de metales pesados a suelos y agua tiene un fuerte impacto ambiental, pues son especies químicas no degradables y, al concentrarse y sedimentarse, afectan la calidad del agua y la estabilidad de suelos, lo que desencadena en efectos tóxicos sobre plantas y animales. Actualmente, la biotecnología ofrece el proceso de bioadsorción, el cual se caracteriza por la retención del metal mediante su interacción fisicoquímica con moléculas pertenecientes a la superficie celular. En el presente trabajo, se evalúa la capacidad de adsorción de cobre III mediante *Saccharomyces cerevisiae* en soluciones acuosas con diferentes concentraciones de cobre, encontrándose un porcentaje de adsorción de 39.22% en un periodo de incubación de dos horas.

**Palabras clave:** bioadsorción, precipitación, levadura, metales pesados.

### **Abstract**

Heavy metal pouring into the ground and water has a strong environmental impact, since heavy metals are nondegradable chemical species, and

1. Sc. Biotecnología Universidad Pontificia Bolivariana, investigador grupo BISMA, docente Instituto Tecnológico Metropolitano.
2. Bacterióloga Docente cátedra Tecnológico de Antioquia – Institución Universitaria.

when concentrated and sedimented, they affect the quality of the water and ground stability, which triggers poisonous effects on plants and animals. Currently, biotechnology offers the process of bioadsorption, a process that is characterized by the retention of metals by means of a physico-chemical interaction of the metals with molecules that belong to the cellular surface. In the present work, I evaluate the capacity of copper adsorption III by means of *Saccharomyces cerevisiae* in aqueous solutions with different copper concentrations, and I find that the percentage of absorption is 39.22% in a period of incubation of two hours.

**Key Words:** biosorption, precipitation, yeast, heavy metals.

## Introducción

Los metales pesados son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Los más importantes son: arsénico (As), cadmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), estaño (Sn) y cinc (Zn).

En ocasiones también los denominan metales tóxicos, pero solo algunos de ellos pertenecen a ambos grupos. La producción de desechos principalmente urbanos ha provocado la presencia de muchos metales en cantidades importantes en el ambiente, produciendo numerosos efectos sobre la salud y el equilibrio de los ecosistemas. Se incorporan en los alimentos como partículas que se respiran y se van acumulando en el organismo, hasta llegar a límites de toxicidad. Si la incorporación es lenta se producen intoxicaciones crónicas que dañan los tejidos u órganos en los que se acumulan (Thiel, 2007). Su efecto tóxico sobre seres vivos se da por la inhibición o bloqueo de las actividades biológicas, es decir, la inactivación enzimática por la formación de enlaces entre el metal y los grupos SH (sulfhidrilos) de las proteínas, causando daños irreversibles (Kim, Ma, Allen, & Cha, 2002).

Las fuentes más comunes de contaminación por dichos metales son: los procesos de petróleo, las plantas generadoras de energía y los procesos metalúrgicos (Acosta, Guadalupe, Cárdenas & Gutiérrez, 2007).

Actualmente la biotecnología, específicamente el área de bioremediación, ofrece la remoción de metales pesados tóxicos o no tóxicos de suelos y aguas

empleando microorganismos mediante técnicas como la biolixiviación, bioflotación, bioacumulación, biotransformación, bioadsorción (Vullo, 2003). Son varios estudios realizados para bioadsorción con diferentes microorganismos. La *Pseudomona* se ha reportado con niveles de remoción de magnesio, cromo, cobre y zinc hasta del 20% en un tiempo de incubación de 40 horas (Pérez Ábalos Gómez & Cantero, 2005). Sobre el *Cryptococcus neoformans* existen reportes de bioadsorción de cromo entre el 75% al 95%. Según el pH del medio en un periodo de incubación de 24h (Carro, Guadalupe, Acosta, 2005) y otros artículos citan la influencia del tiempo de incubación ideal para biomásas fúngicas posteriores a los 24 horas y pH ácidos (Acosta, et al, 2007).

El presente trabajo evaluó el porcentaje de remoción de cobre a diferentes concentraciones en medios acuosos por *Saccharomyces cerevisiae* durante dos horas de incubación a un pH de 5.66 y temperatura ambiente (25 °C aprox.).

## **Materiales y métodos**

La preparación de soluciones metálicas se realizó a partir de una solución estándar con una concentración de cobre (III) de 1000ppm, de la cual se prepararon 9 muestras de soluciones metálicas con un volumen de 100ml (180ppm, 160ppm, 140ppm, 120ppm, 100ppm, 80ppm, 60ppm, 40ppm y 20ppm) por duplicado (G1 y G2) en frascos de vidrio. El pH se ajustó a 5.66, posterior a esto se procedió a inocular con 5gr/Lt de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y llevados a agitación en shakear (Heidolph, Unimax1010 Incubator 1000) a 250 rpm durante 2 horas.

La cuantificación de cobre se realizó al inicio y al final del proceso por el método de espectrofotometría de adsorción atómica por llama (Perkin Eimer 3100), y los datos obtenidos se analizaron en el software Excel para estimar la adherencia de cobre a la superficie del microorganismo.

## **Resultados**

Los porcentajes promedios de remoción de cobre obtenidos después de 2 horas de incubación, empleando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*

fueron de 41% para G1 y 37.44% para G2, con un promedio total de 39.22%. Los valores individuales se observan en la Tabla 1.

Esta adsorción, resultado de la interacción superficie mineral-superficie microorganismo, se explica empleando las isotermas, en las cuales se relaciona la concentración inicial de metal suspendido respecto a la concentración final de partículas suspendidas.

La gráfica que representa el metal adsorbido,  $C_s$ , en función de la concentración de la disolución,  $C_m$ , denominada isoterma de adsorción, (gráfica 1) muestra cómo se obtuvieron gráficas no lineales, las cuales se explican con la ecuación de Freudlich:

$$\lg C_s = \lg K + n \cdot \lg C_m$$

Donde la ecuación de Freudlich para G1es:

LogK= -4.8924. entonces

K= 1.281 1exp-5

N= 1.5443

Concentración inicial de Cobre (ppm)	Concentración inicial Cobre G1 (ppm)	Concentración inicial Cobre G2 (ppm)	Porcentaje de Remoción G1 (ppm)	Porcentaje de Remoción G2
237.0	133.13	137.50	43.829	41.983
185.3	105.42	106.25	43.121	42.671
190.2	90.63	94.58	52.344	50.263
168.0	76.25	88.96	54.613	47.049
102.5	69.79	71.25	31.911	30.488
104.7	62.08	63.54	40.685	39.291
67.5	36.46	46.46	45.988	31.173
43.7	24.79	31.88	43.225	27.004
22.8	19.79	16.67	13.321	27.007

Tabla 1. Concentración y porcentajes de adsorción de cobre para G1 y G2 a diferentes concentraciones al inicio y al final del proceso de bioadsorción.

La ecuación de Freudlich para G2 es:

$$\begin{aligned} \text{LogK} &= -4.8924. \quad \text{entonces} \\ K &= 1.281 \cdot 10^{-5} \\ N &= 1.5443 \end{aligned}$$

La isoterma de Langmuir tiene la forma:

$$C_s = \frac{a \cdot C_m}{1 + b \cdot C_m}$$

Y su forma lineal es:

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{C_m} + \frac{b}{a}$$

En este caso la G1 corresponde a:

$$(1/C_f) = (1/k_m) \cdot (1/q) + A$$

Donde:

$$A = 0,0143$$

$$(1/K_m) = 2 \cdot 10^{-5}, \text{ entonces } K_m = 5 \cdot 10^4$$

Donde K es la constante de adsorción y n una constante cuyo valor varía entre 0 y 1.

Y para el caso de G2 la fórmula de Langmuir es:

$$(1/C_f) = (1/k_m) \cdot (1/q) + A$$

Donde:

$$A = 0,0057$$

$$(1/K_m) = 6 \cdot 10^{-5}, \text{ entonces } K_m = 1,66 \cdot 10^4$$

Estos resultados se pueden ver en la gráfica 2, donde se aprecia claramente su relación.

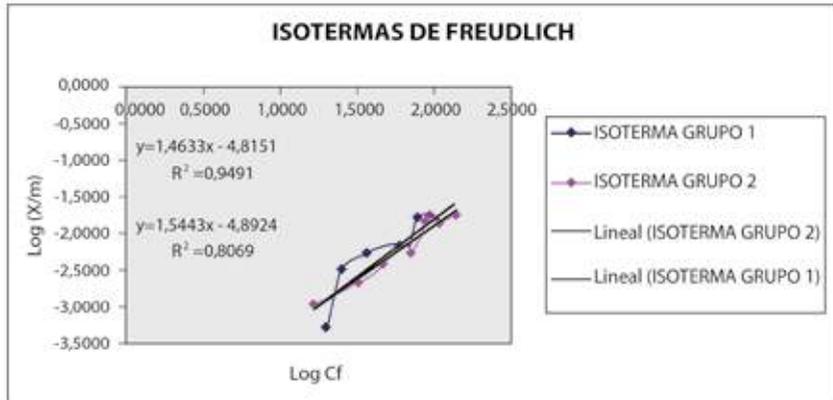


Figura 1. Isoterma de adsorción de Freundlich

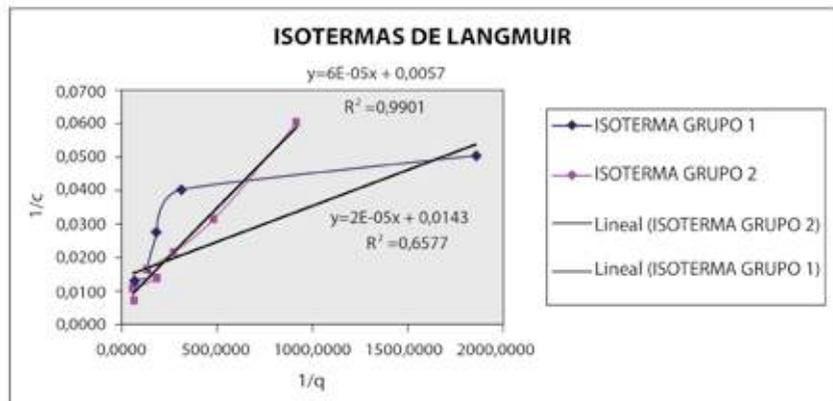


Figura 2. Isoterma de adsorción de Langmui

## Discusiones

En relación con el tiempo de incubación sobre la bioadsorción de Cu (III) por la biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* se encontró una bioadsorción significativa en un periodo corto de tiempo, contrario a lo que se reporta para otros microorganismos como las algas *Sargassum*

sp. protonadas y *Grateulopia doryophora* (Rodophyta), que presentan remociones de cobre (II) de hasta el 11% por tiempos de incubación de 10 horas aproximadamente (Moreira, Duarte, Nandenha, Macedo, 2008; Rivera, Tapia, Córdoba, Yarango, Torres, Rojas, Caja, Galarreta, 2002). Asimismo, las *Pseudomonas aeruginosa* muestran porcentajes de remoción de cobre (IV) de 20% en periodos de incubación de 40 horas (Pérez et al, 2009), pero con resultados semejantes a lo encontrado por Santander Pávez & Ardiles (2005), quienes reportan porcentajes de remoción de cobre en un 95% con algas recolectadas en el litoral de Acatama en periodos de incubación inferiores a 30 minutos, con orujo del 76%, aserrín del 60% y alfalfa del 40% (Santander, et al, 2005).

Con respecto a la relación concentración-adsorción se encontró que la captación del metal es directamente proporcional a la concentración del mismo, contrario a lo encontrado por Carro y colaboradores (Carro, et al, 2005) pero similar al resto de autores.

Para el pH y temperatura no se realizó ninguna relación ni variaciones para establecer su influencia sobre el proceso de adsorción, además, no se caracterizó ni estudió la composición de la superficie celular. Las posibles variaciones o diferencias con el tiempo respecto a la concentración pueden estar en la composición de la superficie celular de los microorganismos, la electronegatividad, la valencia del mineral y el tipo de mineral.

## Referencias

1. Acosta, I., Guadalupe, M., Cárdenas, J., Gutiérrez, C. (2007). Bioadsorción de Cadmio (II) en solución acuosa por Biomásas Fúngicas. *Información Tecnológica*, 18(1), 9-14.
2. Carro, B., Guadalupe, M., Acosta, I. (2005). Remoción de cromo (vi) por la biomasa celular de la levadura capsulada *Cryptococcus neoformans*, *Revista de La Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México*, pp 1-15.
3. Kim, S., Ma, H., Allen, H., & Cha, D. (2002). Influence of dissolved organic matter on the toxicity of copper to *Ceriodaphnia dubia*: effect of complexation kinetics. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 21, 275-280.
4. Moreira, A., Duarte, M., Nandenha, J., Macedo, G. (2008). Estudio del Mecanismo de Remoción de Hierro y Cobre presentes en Aceites Lubricantes Usados Mediante Bioadsorción, *Información Tecnológica*, 19(1), 57-68.

5. Pérez, R., Ábalos, A., Gómez, J., Cantero, D. (2009). Biosorption of chromium, copper, manganese and zinc by *Pseudomonas aeruginosa* AT18 isolated from a site contaminated with petroleum. *Bioresource Technology*, 100, 1533–1538.
6. Rivera, J., Tapia, N., Cordoba, C., Yarango, A., Torres, F., Rojas, N., Caja, V., & Galarreta, H. (2002). Bioadsorción de Cu (II) por el alga marina pretratada *Gracilaria doryophora* (Rhodophyta). *Revista Peruana de Química e Ingeniería química*, 5(1), 75-79.
7. Santander, M., Pávez, O., Ardiles, A. (2005). Biosorción de Iones Cobre en Biomasa Vegetal Deshidratada. *Revista de la Facultad de ingeniería*, 19, pp 11-15.
8. Thiel, I. (2007). Metales pesados. CONICET, Universidad del Cuyo, Argentina. Recuperado el 5 de diciembre del 2008, de <http://www.cricyt.edu.ar/>.
9. Vullo, D. (2003). Microorganismos y metales pesados: una interacción en beneficio del medio ambiente. *Revista Química Viva*, 2 (3).