ISBN 970-27-1045-6

APLICACIÓN DE BIOMASA PARA LA ADSORCIÓN DE AMONIO EN MEDIOS ACUOSOS

Nayeli Leyva-Reyes¹, Jesús Angel Andrade-Ortega²

Licenciatura en Biología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias,
Universidad de Guadalajara, Autopista Guadalajara-Nogales Km. 15.5, predio "las Agujas"
Nextipac CP 45110, Zapopan, Jalisco, México. e-mail: nayelis82@hotmail.com
Centro de Investigación en Biomateriales, Departamento de Madera, Celulosa y Papel,
CUCEI, Universidad de Guadalajara, Autopista Guadalajara-Nogales Km. 15.5, Apartado
postal 52-93 CP 45020, Zapopan, Jalisco, México. e-mail: aandrade@dmcyp.cucei.udg.mx

Introducción

La calidad del agua es un aspecto fundamental para los sistemas de producción acuícola, ya que presenta implicaciones importantes en el crecimiento y sobrevivencia de los organismos en cultivo. Los parámetros que determinan la calidad del agua son tanto fisicoquímicos como biológicos. Uno de los parámetros que más afectan en los sistemas de cultivo cerrado (recirculación de agua) es el contenido de amonio. El amonio es generado por los organismos en cultivo a partir del alimento que se les proporciona, así como el alimento no consumido [1,2].

Especie	mg/l de amonio
Bagre	0.42
Camarón	0.10
Tilapia	0.05
Vida acuática en general	0.06

Tabla 1. Niveles de tolerancia al amonio de algunas especies [3].

Los métodos que existen para la remoción de amonio dentro de un cultivo cerrado consisten en sistemas de filtración biológica y filtración química: La filtración biológica consiste en la conversión bacteriológica de compuestos orgánicos nitrogenados a nitratos (nitrificación y desnitrificación); este tipo de sistemas son muy sensibles a los diversos parámetros involucrados en el proceso, por lo que, crear y mantener un sistema de filtración biológica es muy complicado [4].

La filtración química consiste básicamente en procesos de intercambio iónico, en las que se emplean resinas y/o arcillas (zeolitas) naturales o sintéticas; cada material empleado presenta diferentes grados de afinidad o de intercambio dependiendo del ion a remover en el agua a tratar [4].

Algunas zeolitas naturales son utilizadas para la remoción de amonio en los sistemas de cultivo [5,6]. La zeolita es susceptible de ser modificada para optimizar la capacidad de intercambio [6].

El carbón activado también ha sido propuesto como un medio de filtración química; sin embargo, la zeolita natural es más económica que el carbón activado [7].

Los sistemas filtración biológica son difíciles de mantener, mientras que la opción más económica es el uso de materiales inorgánicos como la zeolita, por ello, surge la inquietud de buscar un material alterno que reúna las características de ser una entidad de origen biológico pero con las capacidades que ofrece la arcilla, además de ser económico; una posible solución es el uso de residuos agrícolas como el bagazo de caña; la razón de ello radica en las capacidades de adsorción, quelación e intercambio iónico que esta biomasa presenta; las cuales pueden mejorar el desempeño de los sistemas de filtración a bajo costo.

Materiales y Métodos

Se empleo bagazo de caña (ingenio Santa Clara, Michoacán); y los productos comerciales: *Nobrak 900*, (carbón activado) y *Secuestrec 6* (zeolita modificada por la compañía Técnica Mineral).

El bagazo se clasificó por tamaño de partícula en una criba automatizada (RO-TAP); se tomó el material aceptado por la malla 40 para ser molido en un molino Willey (malla 60 equivalente a un tamaño de partícula promedio de 0.25 mm).



Figura1. Tratamiento del bagazo de caña.

El bagazo molido se lavó con agua desionizada (5 minutos a ebullición); después se filtró en un embudo de Buchner con papel filtro haciendo vacío y enseguida se secó por 24 hr. en una estufa de vacío a 60°C. Para el carbón activado (*Nobrak 900*) una parte del material se molió en molino Willey (malla 60) para mantener, en la medida de lo posible la homogeneidad en los materiales.

La remoción de nitrógeno (amonio) a partir de los materiales de prueba, se realizó en un sistema de lecho fluidizado. Para cada tratamiento se agregaron 1.5 gr. de material a un vaso de precipitado de 100 ml con 50 ml de agua a una concentración de 1 mg/l de N que corresponde a 1.22 mg/l de NH₃ (preparada a partir de una solución estándar de NH₄Cl). Cada material se sometió a diferentes periodos de tiempo. Las muestras de agua

sometidas a tratamiento se separaron de los materiales por filtración aplicando vacío y centrifugándolas posteriormente.

El nitrógeno (amonio) residual se determinó por el método de la sal de fenol de acuerdo a los Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales [8], empleando un espectrofotómetro Hach DR5000, el cual fue debidamente calibrado para que cumpliera con la ley de Lambert-Beer.

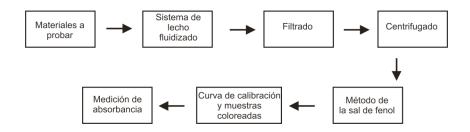


Figura 2. La remoción de nitrógeno (amonio) a partir de los materiales a probar.

Resultados y Discusión

Los datos experimentales muestran la capacidad de remoción de nitrógeno (amonio) por parte de los materiales sometidos a este estudio a diferentes periodos de tiempo.

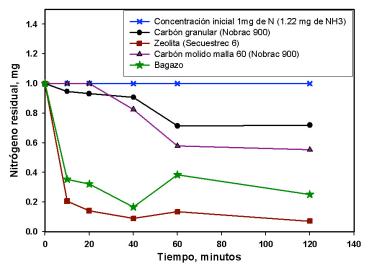
La grafica 1 corresponde a las cantidades de nitrógeno residual en mg/l para los diferentes materiales probados. En el caso particular del carbón activado granular (Nobrak 900), que es la presentación convencional que se ofrece al mercado; observamos que en el intervalo de 10 a 40 min. la cantidad de nitrógeno residual es de 0.946 mg/l a 0.906 mg/l (a los 10 y a los 40 min. respectivamente); es decir, remociones de 0.054 mg/l de nitrógeno en 10 min. y a los 40 min. este material había removido 0.094 mg/l de nitrógeno. La menor cantidad de nitrógeno residual para este material fue de 0.719 mg/l, la cual se alcanza a los 60 min. es decir, remueve 0.281 mg/l de nitrógeno; mayor tiempo de contacto (120 min.) entre el carbón activado y el agua contaminada no aporta una remoción significativa con respecto al tiempo de 60 min.

Por otra parte, en los experimentos donde se usó el carbón activado (Nobrak 900) molido; se encontró que en el intervalo de 10 a 20 min. no había efecto alguno sobre la remoción de nitrógeno; sin embargo, a los 40 min. el contenido de nitrógeno residual fue de 0.825 mg/l esto equivale a valores de remoción de 0.175 mg/l de nitrógeno que es casi el doble del que remueve el carbón granular para el mismo tiempo.

Para tiempos de reacción de 60 a 120 min. el nitrógeno residual encontrado fue de 0.579 a 0.554 mg/l respectivamente, valores que al ser comparados contra los obtenidos del carbón sin moler, observamos que la tendencia es la de remover casi el doble del contaminante, con estos resultados preliminares podemos discernir que el tamaño de partícula del carbón activado (Nobrak 900) influye en la capacidad de remoción ya que el carbón molido presenta una mayor área superficial de contacto que el carbón granular.

El empleo de la zeolita comercial (Secuestrec 6), que esta diseñada para remover este tipo de contaminantes, demuestra drásticamente su eficiencia en la remoción de

nitrógeno, ya que al menor tiempo investigado (10 min.) el nitrógeno residual detectado en la muestra fue de 0.206 mg/l es decir, una remoción del índice de 0.794 mg/l.



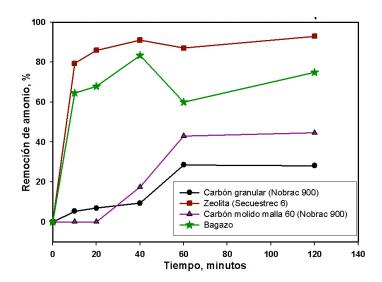
Grafica 1. Contenido de nitrógeno residual en función al tiempo.

La tendencia de remoción de este material para el resto de los tiempos de estudio fue la de ir a la baja auque en menores gradientes, de tal forma que a los 40 min. encontramos 0.090 mg/l de nitrógeno residual, mientras que para 120 min. fue de 0.071 mg/l.

Finalmente, el tratamiento con bagazo de caña, muestra tendencias de remoción de nitrógeno superiores a las del carbón activado tanto granular como molido, pero sin igualar a las de la zeolita comercial; de tal suerte que a los 10 min. el nitrógeno residual detectado fue de 0.354 mg/l y la remoción mayor ocurre a los 40 min. ya que presenta concentraciones de nitrógeno residual de 0.166 mg/l.

Para fines prácticos, los niveles de remoción de nitrógeno pueden expresarse en términos de porcentaje de remoción de amonio tal y como lo ilustra la grafica 2. Aquí podemos apreciar dos puntos de interés: 40 min. para los máximos porcentajes de remoción de zeolita y bagazo de caña y 60 min. para los máximos porcentajes de remoción del carbón activado (granular y molido).

La zeolita como material específico en la remoción de amonio presenta un porcentaje máximo de adsorción del 91% por un tiempo de tratamiento de 40 min., para este mismo tiempo el bagazo de caña presenta una remoción del 83.4%.



Grafica 2. Porcentaje de remoción de amonio por los materiales en función al tiempo.

Para ambos materiales podemos observar claramente que después de 60 min. hay una disminución en el porcentaje de remoción; en la zeolita el porcentaje decrece un 5% y el tratamiento con bagazo disminuye un 23.4%, este fenómeno puede deberse a una deadsorción por parte de los materiales y es probable que existan tiempos determinados para que ocurra una remoción favorable.

En el caso del carbón activado (granular y molido) el porcentaje máximo de remoción sucede a los 60 min. de exposición, encontrando niveles de remoción de amonio del 28.6% para el carbón granular y en el carbón molido el porcentaje máximo de remoción es del 42.1%.

Conclusiones

En el caso del carbón activado, se observó que el tamaño de partícula afecta la capacidad de adsorción de nitrógeno.

El comportamiento del bagazo de caña entre 40 min. y 60 min. es una posible evidencia, primero de adsorción y luego de de-adsorción, lo que significaría un proceso reversible que habría que optimizar.

En términos generales, los resultados parciales indican que el material (fibra de bagazo de caña) con un mínimo de procesamiento, es capaz de remover cantidades importantes de amonio, tanto como el mejor de los productos que existen en el mercado.

Agradecimientos

A la Academia Mexicana de Ciencias y su Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Postgrado del Pacífico (Programa Delfín).

Al Centro de Investigación en Biomateriales del Departamento de Madera Celulosa y Papel (CUCEI – U de G) por permitirme colaborar en el proyecto "Remoción de amonio en aguas de uso acuícola mediante filtros a base de materiales compuestos", del que este trabajo forma parte.

A M. en C. Luís Ramón Bravo García, I .Q. Carlos Alberto Ramírez Barragán, Laura Janin Muñoz Islas, Juan Manuel Villa Mejía y Francisco Zamora Galván.

Literatura Citada

- 1.-Arredondo, F. J.L. y Ponce, P.J.T.1998. Calidad del agua en acuicultura, conceptos y aplicaciones. Mexico. 211 págs.
- 2.- Grommen, R; Van Hauteghem, I; Van Wambeke, M; Verstraete, W*.2002. An improved nitrifying enrichment to remove ammonium and nitrite from freshwater aquaria systems. Aquaculture [Aquaculture]. Vol. 211, no. 1-4, pp. 115-124.
- 3.-Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89», Diario Oficial de la Federación, Miércoles 13 de diciembre de 1989.
- 4.- Jorgense T; Weatherley L. 2002. Ammonia removal from wastewater by ion exchange in the presence of organic contaminants. Water Research. Vol. 37, pp. 1723-1728
- 5.- Nguyen M. L; Tenner C.C. 1998. Ammonium removal from wastewaters using natural New Zealand zeolites. New Zealand Journal of Agriculture Research, Vol. 41, pp. 427-446.
- 6.- Demir A; Günay A; Debik E, 2002. Ammonium removal from aqueous solution by ion-exchange using packed bed natural zeolite. Water SA. Vol.28, No.3, pp.329-335.
- 7.- Emadi H; Nezhad J. E; Pourbagher H. 2001. *In vitro* Comparison of Zeolite (Clinoptilolite) and Activated Carbon as Ammonia Absorbants in Fish Culture. Naga, The ICLARM Quarterly, Vol. 24, Nos. 1 y 2, pp.18-20.
- 8.- APHA, AWWA, WPCF, 1992. "Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales" Ediones Diaz de Santos, S. A. de C. V. Paginas 136 y 137.