

Utilización de Macrófitas (*Eichhornia crassipes*) para la absorción de compuestos nitrogenados en el Laboratorio

Proyecto en curso

Andrea Acevedo Morales

Medicina Veterinaria y Zootecnia
andrea.acevedom@campusucc.edu.co

María del Carmen Amaya Díaz

Medicina Veterinaria y Zootecnia
maria.amayad@campusucc.edu.co

Daniel Leonardo Cala Delgado

Medicina Veterinaria y Zootecnia
daniel.cala@campusucc.edu.co

Semillero de Investigación Acuícola - SIA
Semillero de Investigación Acuícola – SIA
Grupo de Investigación en Ciencia Animal – UCC

Universidad Cooperativa de Colombia
Medicina Veterinaria y Zootecnia

Resumen del proyecto:

La acuicultura está en constante crecimiento, y con la actividad humana también aumenta la contaminación de los recursos hídricos, por lo que se hace imperativo encontrar soluciones y mecanismos reparadores a esta contaminación del agua, impidiendo que se ejerza de manera adecuada y sostenible. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el uso del Jacinto o Buchón de Agua (*Eichhornia crassipes*), teniendo en cuenta sus características y desventajas, así como su capacidad de absorción de amonio en un ambiente controlado, a través de la medición de parámetros fisicoquímicos de calidad del agua. La eficacia de remoción del amonio de la *Eichhornia crassipes* en 10 días, fue del 100 %. Fue posible concluir que de un peso promedio de 72,8 gramos, los buchones de agua pueden retirar 8 mg/l de amonio de cada 500 litros, pero su uso en sistemas acuícolas debe evaluarse junto con otros parámetros y teniendo en cuenta las características menos deseables.

Palabras clave:

Biorremediación, fitorremediación, simulación, acuicultura, efluente acuícola.

Abstract

Aquaculture is in constant growth, and with human activities, the contamination of water resources also increases, thus being imperative to find solutions and repair mechanisms to this water contamination, preventing it from being practiced in an adequate and sustainable way. The objective of this research was to evaluate the use of the Water Hyacinth or Buchon (*Eichhorniacrassipes*), taking into account its characteristics and disadvantages, as well as its ammonium absorption capacity in a controlled environment, through the measurement of physico-

chemical parameters of water quality. *Eichhornia crassipes* ammonia removal efficiency in 10 days was of a 100%. It was possible to conclude that, with an average weight of 72.8 gr, the water hyacinths can remove 8 mg / l of ammonia from every 500 liters, but its use in aquaculture systems must be evaluated together with other parameters and taking into account their less desirable characteristics.

Keywords: Las mismas palabras clave en inglés

Bioremediation, phytoremediation, simulation, aquaculture, aquaculture effluent.

Introducción:

El aumento en la contaminación de fuentes hídricas es un problema que pone en peligro la salud de los ecosistemas, así como también la del ser humano. El constante crecimiento de la acuicultura se da por la demanda mundial cada año, lo cual trae ventajas pues permite el crecimiento económico. Sin embargo, tiene efectos negativos en el ambiente cuando los efluentes no se tratan de manera adecuada para evitar la contaminación de fuentes hídricas, por lo tanto, la imagen de la acuicultura se ve gravemente afectada por los efluentes acuícolas.

Las macrófitas acuáticas son consideradas como plaga debido a su rápido crecimiento, ocasionando problemas en cuerpos acuáticos naturales como lagunas y lagos. No obstante, el manejo adecuado de dichas plantas acuáticas permite que a través de su proliferación, absorción y acumulación de desechos, se les considere como una alternativa viable en el tratamiento de aguas residuales.

Algunas plantas acuáticas tienen una alta capacidad para acumular elementos pesados y tóxicos por diferentes mecanismos (Kara y Kara, 2007; Li, 2003), permitiendo entonces la purifi-

cación de aguas altamente contaminadas, debido a las descargas industriales o de agroquímicos (Maine et al., 2001; So et al., 2003). Las especies de “Jacinto de agua” (*Eichhornia crassipes*) y *Lemna minor* se han usado previamente para la descontaminación o reducción de los niveles de contaminantes en el agua.

Planteamiento del problema y justificación:

Los efluentes acuícolas, que se conocen como los líquidos residuales que emanan de una empresa productora de organismos acuáticos, son altamente contaminantes. Los efluentes están representados principalmente por compuestos nitrogenados como el amonio, nitrito y nitrato, lo mismo que otros productos como fósforo y gran cantidad de materia orgánica que se convierten en desechos tóxicos para el ecosistema acuático donde se realice la descarga de dichos efluentes. Estos afectan gravemente las actividades realizadas en acuicultura, pero los tratamientos en las producciones piscícolas pueden llegar a ser costosos y es importante disminuir el impacto ambiental de la industria.

Objetivo General:

Evaluar el uso del Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*) para la absorción de amonio en ambiente simulado que permita la descontaminación de aguas generadas en las producciones acuícolas.

1. Objetivos Específicos:

Determinar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua en

ambiente simulado con contenidos de amonio tratados con Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*)

Identificar el tiempo mínimo requerido por la macrófita Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*) para la absorción del amonio disuelto en ambiente simulado de un sistema de producción acuícola.

Establecer el peso promedio de la macrófitas Buchón de Agua (*Eichhornia crassipes*) necesario para la absorción de concentraciones altas de amonio en un ambiente simulado de sistema de producción acuícola.

Marco teórico:

La fitorremediación es una estrategia que permite restaurar un afluente o suelo a través del uso de las plantas; esto mismo se condiciona como una alternativa sustentable, económica y de fácil acceso. Esta actividad se basa en reducir la concentración de contaminantes peligrosos que puedan afectar dicho ambiente, y se lleva a cabo a través de procesos bioquímicos realizados por microorganismos en las raíces de las plantas donde se reducen, mineralizan, volatilizan, degradan y estabilizan diversos tipos de contaminantes.

Dentro de la misma es posible encontrar diversos sistemas, en especial el de rizofiltración, que consiste principalmente en remover de manera eficiente sustancias contaminantes en aguas residuales tales como nitratos, fosfatos, fenoles, pesticidas, metales pesados y agentes orgánicos. Las plantas utilizadas en este sistema pueden ser de tipo emergente o flotante; dentro de las flotantes es posible hallar las plantas de libre flotación (no fijas), las cuales se caracterizan porque sus tallos y hojas se desarrollan en la superficie, a comparación de sus raíces que cuelgan en el agua. (Núñez, 2004)

La *Eichhornia crassipes*, conocida comúnmente como Buchón o Jacinto de Agua, es una planta de libre flotación, considerada como maleza invasora, que supera a la flora nativa y afecta de manera negativa a los microorganismos que allí habitan. Siendo originaria del Amazonas brasileño, es una macrófita que se ha extendido por todos los continentes en especial en las zonas con altas temperaturas, considerándola una de las 10 malezas principales en el mundo. Las densas esteras de Jacinto de Agua pueden reducir los niveles de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, lo que lleva a la reducción de la producción de peces acuáticos. (Núñez, 2004)

El Buchón de Agua posee la habilidad de absorber Calcio, Magnesio, Azufre, Férrico, Manganeso, Aluminio, Boro, Cupper, Molibdeno, Zinc, Nitrógeno, Fósforo y Potasio favoreciendo su crecimiento sobre otras especies acuáticas. (Dandelot *et al*, 2008)

De Souza *et al.* (1999) menciona el potencial de *Eichhornia crassipes*, para la fitorremediación de seis oligoelementos [As (V), Cd (II), Cr (VI), Cu (II), Ni (II) y Se (VI)]. Dicho estudio resultó en que el Buchón de Agua acumuló mejor Cd y Cr, Se y Cu en niveles moderados, y fue un pobre acumulador de As y Ni. El Cadmio, Cr, Cu, Ni y As se acumularon más en las raíces que en los brotes. En contraste, el Se mostró más acumulación en los brotes que en las raíces, en la mayoría de las concentraciones externas. El Buchón de Agua es muy eficiente con respecto a la extracción de oligoelementos de las aguas residuales que contienen bajas concentraciones de estos elementos.

Ramos *et al.* (2007) describieron en su trabajo que evaluó la calidad del agua obtenida de humedales artificiales y el efecto del agua tratada sobre las primeras etapas de crecimiento de sorgo (*Sorghum bicolor*) y maíz (*Zea mays*), explicando que el uso fue eficiente en cuanto al papel de las macrófitas seleccionadas, obteniéndose agua de mejor calidad para irrigación desde el punto de vista de las normas sanitarias, mas no en cuanto a su concentración de sales.

Torres et al. (2019) colectaron muestras de macrófitas acuáticas de las ciénagas de Ayapel, San Marcos y San Benito Abad, de las cuales se aislaron bacterias endófitas. Luego se cuantificó las densidades poblacionales de estas bacterias y su respectiva tolerancia a los metales pesados Níquel y Mercurio. Posteriormente, las cepas tolerantes fueron identificadas molecularmente y se les evaluó su capacidad de promover el crecimiento vegetal. Un total de 182 morfotipos de bacterias endófitas fueron aislados. Tres morfotipos bacterianos mostraron alta capacidad de tolerar *In vitro* diferentes concentraciones de Mercurio y Níquel; los aislados que presentaron tolerancia en los dos metales evaluados fueron identificados como *Enterobacter* sp, *Lysinibacillus* fusiformis y *Burkholderia cepacia*. Por tal motivo, se propone su capacidad para asistir los procesos de fitorremediación y de esta manera ser optimizados.

Metodología:

El proyecto de investigación es de tipo descriptivo y se llevó a cabo en el laboratorio multifuncional de la Universidad Cooperativa de Colombia, en donde se adecuaron 11 vasos de precipitados, con capacidad para 500 ml de agua. Cada vaso contenía una macrófita de la especie *Eichhornia crassipes*, para un total de 11 macrófitas usadas durante el estudio (Imagen 1). La solución madre usada para simular agua de un sistema de producción acuícola rica en Amonio, fue preparada con 40 mg de Cloruro de Amonio en polvo y disueltos en 1 litro de agua filtrada. Posteriormente los vasos de precipitado fueron llenados con 400 ml de agua filtrada y completados con 100 ml de la solución madre. Se evaluó el contenido de Amonio con kit api para acuicultura, confirmando que todos los vasos de precipitado alcanzaran el nivel de 8 ppm inicial. Las macrófitas fueron pesadas (Tabla 1) y distribuidas de manera aleatoria en los vasos de precipitado que contenían la solución madre (Imagen 1).



Imagen 1. Selección de macrófitas *Eichhornia crassipes* para su distribución aleatoria en los vasos de precipitado.

Las macrófitas fueron distribuidas en 8 vasos de precipitados y los 3 restantes se dejaron sin plantas. En el siguiente cuadro se muestra la distribución de las plantas según el peso:

Tabla 1. Distribución aleatoria de las macrófitas por peso en los vasos de precipitado que contenían solución madre.

	Vaso de precipitado	Peso de la macrófita (gr)
Tratamientos con macrófitas	1	108,71
	2	107,77
	3	78,43
	4	71,88
	5	67,81
	6	51,08
	7	50,07
	8	46,68
Tratamientos sin macrófitas	9	N/A
	10	N/A
	11	N/A

Después de dejar implantado el proceso experimental, se evaluaron los parámetros de calidad de agua como oxígeno, pH, Sólidos disueltos totales (TDS), Amonio y temperatura, durante 10 días. Los datos fueron tabulados y analizados. El Amonio fue evaluado con protocolo de colorimetría del Kit Api para acuicultura (Imagen 2). Este protocolo se realiza tomando una muestra de 5 ml de agua y se suministran las gotas reactivas del Kit, se esperan 5 minutos y se evalúan en una tabla de comparación colorimetría estandarizada por la empresa comercializadora del Kit.



Imagen 2. Medición de Amonio con protocolo de colorimetría Kit Api para acuicultura.

Resultados:

Durante el estudio se pudo observar que el tiempo de absorción de Amonio por las macrófitas fue de menos de 18 horas, los tratamientos que no tenían las plantas registraron Amonio hasta el día 8 un nivel de 4 ppm, y al décimo día con un nivel de 2 ppm. La tabla 1 muestra los valores promedio de calidad de agua durante los 10 días de estudio.

Tabla 2. Valores promedio de parámetros de calidad de agua

Beaker #	Amonio mg/l	pH	T °C	O ₂ mg/l	TDS	
P*	1	0,6 ± 1,5	7,2 ± 0,4	26,3 ± 1,8	4,9 ± 0,6	146,5 ± 136,1
	2	0,6 ± 1,5	7,0 ± 0,3	26,1 ± 1,3	4,4 ± 1,3	95,3 ± 32,3
	3	0,6 ± 1,5	7,1 ± 0,3	26,1 ± 1,4	5,2 ± 0,8	127,2 ± 66,4
	4	0,6 ± 1,5	7,3 ± 0,4	26,2 ± 1,4	5,5 ± 1,0	111,3 ± 33,8
	5	0,6 ± 1,5	7,1 ± 0,4	26,0 ± 1,2	5,4 ± 1,3	111,5 ± 34,2
	6	0,6 ± 1,5	7,1 ± 0,3	26,1 ± 1,0	6,2 ± 1,5	103,2 ± 44,3
	7	0,6 ± 1,5	7,1 ± 0,3	26,1 ± 1,0	5,2 ± 1,7	111,3 ± 37,2
	8	0,6 ± 1,5	7,2 ± 0,2	26,0 ± 1,0	5,5 ± 1,1	103,0 ± 18,3
SP**	9	3,3 ± 1,3	7,4 ± 0,1	26,0 ± 0,9	7,2 ± 1,0	104,5 ± 8,7
	10	3,3 ± 1,3	7,5 ± 0,2	26,1 ± 1,0	7,5 ± 0,9	101,2 ± 3,1
	11	3,3 ± 1,3	7,5 ± 0,2	26,2 ± 1,1	7,1 ± 0,8	110,3 ± 3,4

P*= Tratamiento con macrófitas

P**= Tratamiento sin macrófitas

T°C=Temperatura; O₂=Concentración oxígeno; TDS=Sólidos totales disueltos

Este estudio preliminar evidencia que los tratamientos con macrófitas disminuyen en menos de 18 horas el contenido de Amonio presente en el agua. Esto demuestra que plantas que pesen en promedio 72,8 gramos tienen la capacidad de retener en 18 horas la concentración de 4 ppm en un volumen de 500 ml, por lo tanto se pueden realizar simulaciones para producciones acuícolas conociendo los niveles de Amonio y los volúmenes de agua usadas para determinar la cantidad de macrófitas que se deben usar en los filtros de biorremediación. Es importante observar que se encuentra una diferencia en los valores promedio de Amonio entre los niveles encontrados en cada *beaker*. El oxígeno en este estudio es inferior en los tratamientos con macrófitas comparado con los tratamientos sin la presencia de la planta acuática, posiblemente por dos razones: 1. La actividad de fotosíntesis y respiración vegetal que fisiológicamente realizan las plantas y 2. El follaje de la planta disminuía el contacto del aire con la superficie del agua dificultando el intercambio gaseoso. A pesar de no evaluarse la retención hídrica por parte de la macrófita, se pudo observar que del volumen total del *beaker* las plantas absorben un 90 % del agua y esto también disminuye la capacidad del oxígeno de disolverse en el agua, pero además al reducir el volumen se aumentan los TDS, debido a que a menos cantidad de agua, mayor la presencia de sólidos disueltos, en este caso detritos de la misma planta (raíces, tallos y hojas). Es importante entonces contemplar que existen beneficios en el uso de *Eichhornia crassipes* para biorremediar el medio acuático y efluentes acuícolas, pero se debe controlar la cantidad de macrófitas para evitar disminución en el volumen hídrico y crecimiento incontrolado de la comunidad vegetativa, que disminuye el oxígeno.

Conclusiones:

Se puede concluir que plantas con un promedio de 72,8 gramos de peso pueden retirar 8 mg/l de Amonio de cada 500 litros. Por lo tanto proyectar que áreas mayores se pueden calcular por la cantidad de litros y el contenido de Amonio del recurso hídrico; sin embargo, es importante aclarar que las plantas absorben agua, y que en los 10 días las plantas absorbieron más del 90 % del agua contenida en los recipientes, a diferencia de los tratamientos que no usaron macrófitas, en los que solo el 10 % del agua se evaporó o se usó para evaluar el Amonio. Además, en gran cantidad pueden afectar de manera negativa los microorganismos adyacentes, ya que son consideradas malezas invasoras.

Bibliografía

- Dandelot S, Robles C, Pech N, Cazaubon A, Verlaque R (2008) Potencial alelopático de dos alienígenas invasoras *Ludwigia* spp. *Botánica acuática* 88: 311–316.
- De Souza, M.; Zhu, Y.; Zayed, A.; Quian, J.; Terry, N. (1999); Phytoaccumulation of trace elements by wetland plants: II Water hyacinth., *Journal of Environmental Quality*: 28, 339-344.
- Kara, Y.; Kara, I. (2007); Removal of Cadmium from Water Using Duckweed (*Lemnatisulca* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*: 7(4), 1560–8530.
- Maine, M.A.; Duarte, M.V.; Sune, N.L. (2001); Cadmium uptake by floating macrophytes. *Water Research*: 35(11), 2629-2634.
- Núñez, R. A., Y. M. (2004). Fitorremediación. *Academia*, 69-72. [En-línea]. Recuperado el 14 de Octubre de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53300541/Fitorremediacion-with-cover-page-v2.pdf>
- Ramos-Espinosa, María Guadalupe, Rodríguez-Sánchez, Luis Manuel, & Martínez-Cruz, Patricia. (2007). Uso de macrofitas acuáticas en el tratamiento de aguas para el cultivo de maíz y sorgo. *Hidrobiológica*, 17(Supl. 1), 7-15. Recuperado en 19 de octubre de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972007000400002&lng=es&tlng=es.
- Torres Pérez, María Paulina, Vitola Romero, Deimer y Pérez Cordero, Alexander. (2019). Biorremediación de mercurio y níquel por bacterias endófitas de macrófitas acuáticas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21 (2), 36-44. Publicación electrónica 10 de enero de 2020. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n2.79975>