

Efecto de la ninfa de agua (*Eichhornia crassipes*) sobre el crecimiento de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en tanques con agitación de agua y aireación - Effect of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) on the growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in tanks with agitation and aeration

Dennis Guerra-Centeno^{1*}, Carlos Valdez-Sandoval¹, Mercedes Díaz-Rodríguez¹, Edy Meoño-Sánchez², Héctor Fuentes-Rousselin², Ligia Ríos³

¹ Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Ecosalud, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

² Unidad de Vida Silvestre, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

³ Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

*Contacto: msc.dennisguerra@gmail.com

Resumen

El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es una macrófita acuática de gran capacidad de crecimiento y dispersión que ha sido considerada plaga pero que también ha sido utilizada para filtrar agua. Con el objeto de evaluar el uso potencial de esta planta como un biofiltro en la producción de organismos acuáticos se realizó un estudio en el que se midieron las ganancias de peso y talla de tilapias (*Oreochromis niloticus*) en tanques con cuatro proporciones de *E. crassipes* (20%, 40%, 60% y 80% de cobertura del espejo de agua) en comparación con el uso de un filtro comercial. Después de 45 días de estudio, no se observaron diferencias significativas en las ganancias de peso ($p = 0.68$) ni en las de talla ($p = 0.92$). Se observó que *E. crassipes* disminuyó cualitativamente la turbidez del agua y disminuyó los niveles de bacterias coliformes en el agua. Los resultados sugieren el potencial de *E. crassipes* para mejorar la calidad del agua y propiciar el crecimiento de las tilapias en tanques o estanques cerrados con agitación y aireación.

Palabras clave: Acuicultura, biofiltración, filtro biológico, disminución de coliformes.

Abstract

The Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) is a fast growing and dispersing aquatic macrophyte that has been considered a pest but which has also been used for filtering waste water. In order to investigate the potential use of this plant as a biofilter for the production of aquatic organisms, we evaluated the effect of four densities of *E. crassipes*

(20%, 40%, 60% and 80% coverage of the water surface) on the growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) compared to the use of a commercial filter, in tanks with agitation and aeration. After 45 days of study, there were no significant differences in weight ($p = 0.68$) or size ($p = 0.92$) gain. It was observed that *E. crassipes* qualitatively decreases the turbidity of the water and decreases the levels of coliform bacteria in the water. The results suggest the potential use of *E. crassipes* to improve water quality thus promoting the growth of tilapia in closed tanks with agitation and aeration.

Keywords: Aquaculture, biofiltration, biological filter, coliform reduction.

Introducción

El lirio acuático o ninfa (*Eichhornia crassipes*) es una macrófita flotante nativa de la cuenca del Amazonas (Barret & Forno, 1982), de rápido crecimiento y de gran capacidad de dispersión (Villamagna & Murphy, 2010). Por sus características biológicas y ecológicas esta especie ha sido considerada como una de plantas más invasivas (Lowe, Browne, Boudjelas & De Poorter, 2000; Téllez et al., 2008) siendo incluso señalada como la maleza más problemática del mundo (Gopal & Sharma, 1981).

Aunque en la mayoría de las publicaciones se ha ponderado más el valor negativo de *E. crassipes*, en años recientes se ha reconocido el potencial de la especie para contribuir a la resolución de algunos problemas ecológicos, económicos y sociales (Ndimele, Kumolu-Johnson & Anetekhai, 2011; Patel, 2012). Se ha estudiado la capacidad de la especie para el tratamiento de aguas residuales (Ismail, Othman, Law, Sulaiman & Hashim, 2015; Jaikumar, 2012; Tripathi & Shukla, 1990; Zimmels, Kirzhner & Malkovskaja, 2006), para la remoción de metales pesados en el agua (Agunbiade, Olu-Owolabi & Adebawale, 2009; Chigbo, Smith & Shore, 1982), para tratar efluentes de la industria textil (Priya & Selvan, 2017), para el secuestro de bacterias patógenas en el agua (Spira, Huq, Ahmed & Saeed, 1981) y como forraje en alimentación animal (Aboud, Kidunda & Osarya, 2005; Easley & Shirley, 1974; Jianbo, Zhihui & Zhaozheng, 2007).

Dada su capacidad de filtración del agua, *E. crassipes* podría usarse como componente de sistemas productivos de tilapias (*Oreochromis niloticus*) u otros organismos acuáticos. La asociación de esta macrófita acuática con las tilapias podría generar condiciones favorables para que ambos elementos bióticos se desarrollen, mejorando la eficiencia en la producción de materia vegetal y animal. Se ha estimado que, en condiciones ideales, dos plantas padres producen 300 hijas en 23 días y 1200 en cuatro meses (Wolverton y McDonald, 1979). La especie tiene también una gran capacidad de incorporación de materia a su biomasa (Center & Spencer, 1981).

Se ha investigado el uso de *E. crassipes* como filtro para el tratamiento de efluentes de acuicultura (Sipaúba-Tavares, Fávero & Braga, 2002) y su inclusión como ingrediente en dietas para tilapias (Edwards, Kamal & Wee, 1985) y otras especies de peces (Koyeme, Sogbesan & Ugwumba, 2006). Sin embargo, hasta donde sabemos, no se ha investigado el uso de esta macrófita en un sistema integrado donde la planta comparta el agua con los peces. Bajo el supuesto de que *E. crassipes* puede mejorar la calidad del agua y generar condiciones propicias para el crecimiento de los peces, en este estudio se

estableció un sistema integrado Eichhornia-Tilapia, con agitación de agua y aireación, para evaluar su efecto sobre el crecimiento de tilapias en fase juvenil. Se espera que los datos generados puedan ser aplicados a la producción artesanal e industrial de tilapias y de otros organismos acuáticos.

Métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la zona 12 de la ciudad de Guatemala, dentro del invernadero del Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Ecosalud.

Diseño del estudio

Se utilizaron cinco acuarios de vidrio con capacidad de 18.5 galones y con dimensiones de 0.6 m de largo x 0.3 de ancho y 0.4 de alto. Los acuarios fueron llenados con agua potable municipal. Se establecieron cuatro tratamientos con distintos niveles de filtración macrofítica *in situ* (*Eichhornia crassipes*) y un control, de la siguiente forma: (1) Control, con un filtro comercial marca Elite® con capacidad para 150 l; (2) T1 con 20% de espejo de agua cubierto por *E. crassipes*; (3) T2 con 40% de espejo de agua cubierto por *E. crassipes*; (4) T3 con 60% del espejo de agua cubierto por *E. crassipes* y (5) T4 con 80% de espejo de agua cubierto por *E. crassipes* (Figura 1). En cada uno de los cinco acuarios se colocaron 10 tilapias en fase juvenil. Las tilapias fueron asignadas aleatoriamente a uno de los cinco tratamientos. Todas las tilapias fueron marcadas utilizando el método descrito por Rinne (1976).



Figura 1. Aspecto de los tanques al inicio del estudio. De izquierda a derecha: Control, T1, T2, T3 y T4.

Evaluación del crecimiento de las tilapias.

Se determinó la longitud (cm) y el peso (g) de las tilapias al inicio y a los 30 días y se calculó el crecimiento por sustracción. En las mediciones, se aproximó a la décima más cercana.

Evaluación de coliformes en el agua.

Se tomó una muestra de agua de cada estanque a los 15 días de iniciado el estudio. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala donde se determinó el recuento de coliformes y de *Escherichia coli*.

Evaluación de parámetros físico-químicos en el agua.

Se determinó el pH, la conductividad eléctrica (μ s), los sólidos disueltos (ppm) y la temperatura, utilizando un medidor multiparamétrico marca Hanna® modelo HI 001300.

Análisis estadístico

Se describieron los datos de crecimiento como la media y la desviación estándar. Se compararon las medias utilizando un análisis de varianza de una vía con un nivel de α de 0.05. Los análisis se realizaron utilizando el programa Past®.

Resultados y discusión

Dos individuos del grupo control, uno del T1 y uno del T3 murieron durante el estudio por causas no determinadas. El crecimiento de las tilapias se muestra en el Cuadro 1. Aunque se observaron diferencias en las ganancias de peso y talla, estas no fueron estadísticamente significativas ($F = 0.57$, $p = 0.68$ y $F = 0.22$, $p = 0.92$, respectivamente)

Cuadro 1. Ganancia de peso y talla (media $\pm$ desviación estándar) de las tilapias, a los 45 días de iniciado el estudio.

Control		T1		T2		T3		T4	
gpg	gtcm	gpg	gtcm	gpg	gtcm	gpg	gtcm	gpg	gtcm
5.89	1.95	5.38	1.91	5.62	2.06	6.98	2.16	7.17	2.07
± 3.35	± 0.74	± 3.14	± 0.73	± 2.59	± 0.58	± 3.57	± 0.62	± 3.73	± 0.43

Nota: gpg = ganancia de peso en gramos, gtcm= ganancia de talla en centímetros.

En la Figura 2 se muestra el comportamiento de las ganancias de peso y en la Figura 3 el de las ganancias de talla.

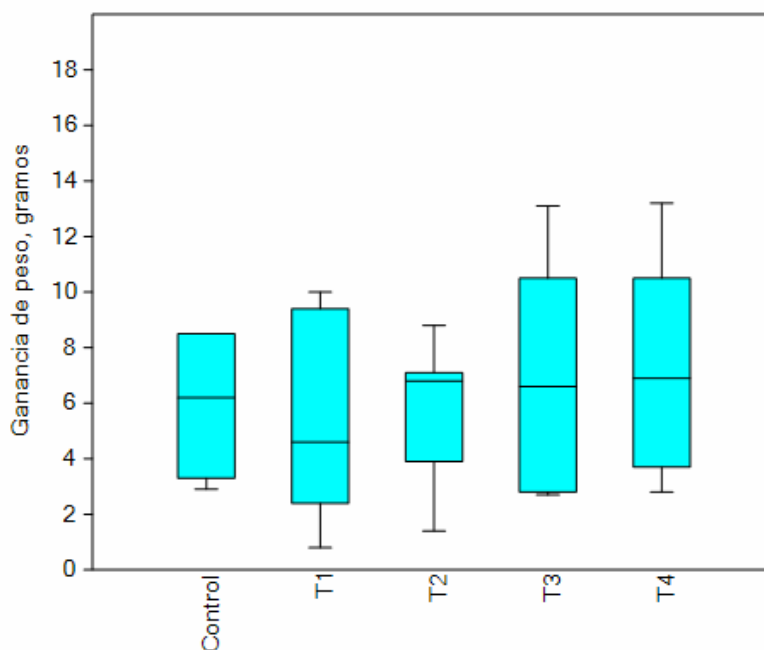


Figura 2. Comportamiento de las ganancias de peso de las tilapias

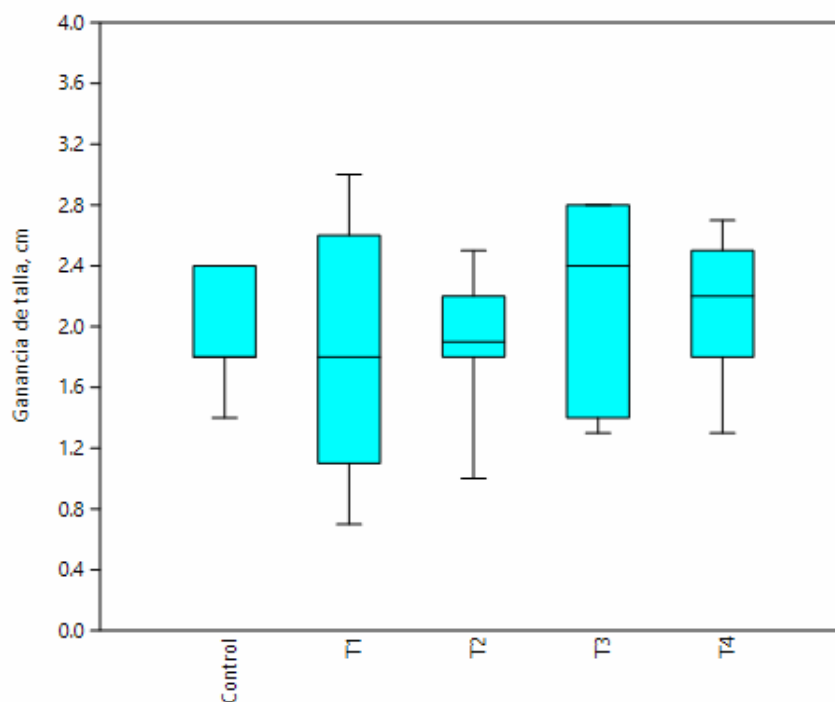


Figura 3. Comportamiento de las ganancias de talla de las tilapias.

El crecimiento equivalente de las tilapias en un sistema con *Eichhornia crassipes*, en comparación con el uso de un filtro comercial, sugiere un efecto de la planta sobre la calidad del agua, es decir, a una biofiltración. El propósito de los mecanismos de recambio de agua o de biofiltración, comunes en los sistemas industrializados de producción acuícola, es la remoción o la transformación de sustancias nocivas, principalmente el amoníaco (Baquerizo et al., 2005; Chen, Yin & Wang, 2005; Rogers & Klementson, 1985; Tallec, Garnier & Gousailles, 2006) que es el principal desecho que amenaza la salud de los peces (Randall & Tsui, 2002; Tarazona, Muñoz, Ortiz, Núñez & Camargo, 1987). Se ha reportado que *E. crassipes* mejora la calidad del agua, reduciendo la concentración de amoníaco (Ismail, Othman, Law, Sulaiman & Hashim, 2015) y de otros elementos nocivos y aumentando la concentración de oxígeno en el agua (Tripathi & Shukla, 1990).

Además de lo referente a la calidad del agua, en el presente estudio se observó que las tilapias consumieron las raíces de las plantas. Esto pudo haber contribuido también con las ganancias en tallas y pesos de los peces. Estudios realizados en ecosistemas amazónicos han demostrado que la mayor parte del carbono contenido en el cuerpo de los peces adultos de estos sitios provenía del consumo de las macrófitas y de otras plantas C₃ (Forsberg, Araujo-Lima, Martinelli, Victoria & Bonassi, 1993). Junk (1979) también observó que *E. crassipes* y otras macrófitas eran ávidamente consumidas por los herbívoros.

Varias macrófitas han sido utilizadas como alimentos para peces herbívoros (Cruz, Kijora, Wedler, Danier & Schulz, 2011; Mandal, Datta, Sarangi & Mukhopadhyay, 2010). Se han alimentado tilapias nilóticas con dietas conteniendo hasta 75% de composta de *E. crassipes* con buenos resultados de crecimiento y conversión alimenticia (Edwards, Kamal & Wee, 1985). Se ha descrito actividad de celulasa en el estómago de varias especies de peces, producida probablemente por la microflora del tracto alimentario (Stickney & Shumway, 1974) y un estudio demostró la inocuidad del consumo de extractos de esta planta en un modelo con ratones de laboratorio (Lalitha, Sripathi & Jayanthi, 2012).

En relación con los aspectos microbiológicos, en el presente estudio no se aisló *Escherichia coli* y se observó una disminución en la cantidad de coliformes, a medida que aumentó la biomasa de *E. crassipes* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Recuento de coliformes en el agua de los tanques, a la mitad del período de estudio

Parámetro	Control	T1	T2	T3	T4
Recuento de coliformes (UFC/ml)	1,200	6,000	5,000	4,000	3,500

La disminución de bacterias coliformes en el agua, observada en el presente estudio es congruente con lo señalado por Tripathi & Shukla (1989) y también con la disminución de niveles de *Vibrio cholerae* reportada por Spira et al. (1981). La disminución de microorganismos potencialmente patógenos en el agua estaría contribuyendo también a mantener condiciones que favorezcan el crecimiento de los peces.

En cuanto a la calidad del agua, los parámetros fisicoquímicos observados durante el estudio se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Parámetros fisicoquímicos del agua

Parámetro	Control	T1	T2	T3	T4
pH	8.10 ± 0.44	7.72 ± 0.01	7.68 ± 0.18	7.72 ± 0.10	7.86 ± 0.02
Conductividad eléctrica (µs)	320 ± 27.58	289 ± 5.66	290 ± 19.09	276 ± 4.24	265 ± 0.00
Sólidos disueltos (ppm)	162 ± 10.60	148 ± 1.40	148 ± 11.30	138 ± 4.20	135 ± 1.40
Temperatura (°C)	22.4 ± 0.1	22.3 ± 0.1	22.2 ± 0.1	22.3 ± 0.1	22.6 ± 0.3

Lo más interesante, en el caso de los parámetros fisicoquímicos del agua, es la disminución de los sólidos disueltos a medida que aumenta la biomasa de *E. crassipes*. Este hallazgo es congruente con lo que se ha reportado sobre la capacidad de esta planta para aprovechar la materia orgánica suspendida en el agua (Mishra & Maiti, 2016). La apreciación cualitativa de la turbidez del agua observada en el presente estudio refuerza la noción de la capacidad de *E. crassipes* para modificar la calidad del agua (Figura 4).

Los datos generados en el presente estudio son interesantes dado que sugieren que la crianza de tilapias (y probablemente otros organismos acuáticos) en combinación con *E. crassipes* podría generar condiciones que mantengan la calidad del agua y que permitan lograr peces de las mismas tallas que las que se logran con filtración comercial o con agua corriente pero con el beneficio adicional de la producción de la biomasa de las plantas, que podría usarse, por ejemplo, como alimento para rumiantes –en respuesta al calentamiento global– (Chaturvedi & Sahoo, 2013), como fertilizante (Masto et al., 2013) o como recurso energético (Güereña, Neufeldt, Berazneva & Duby, 2015; Lugo-Vega & Nina-Espinosa, 2014; Rezania et al., 2015; Sricoth et al., 2017). Recientemente, se han señalado los múltiples beneficios que podrían obtenerse de la producción colateral de *E. crassipes* (Sindhu et al., 2017).

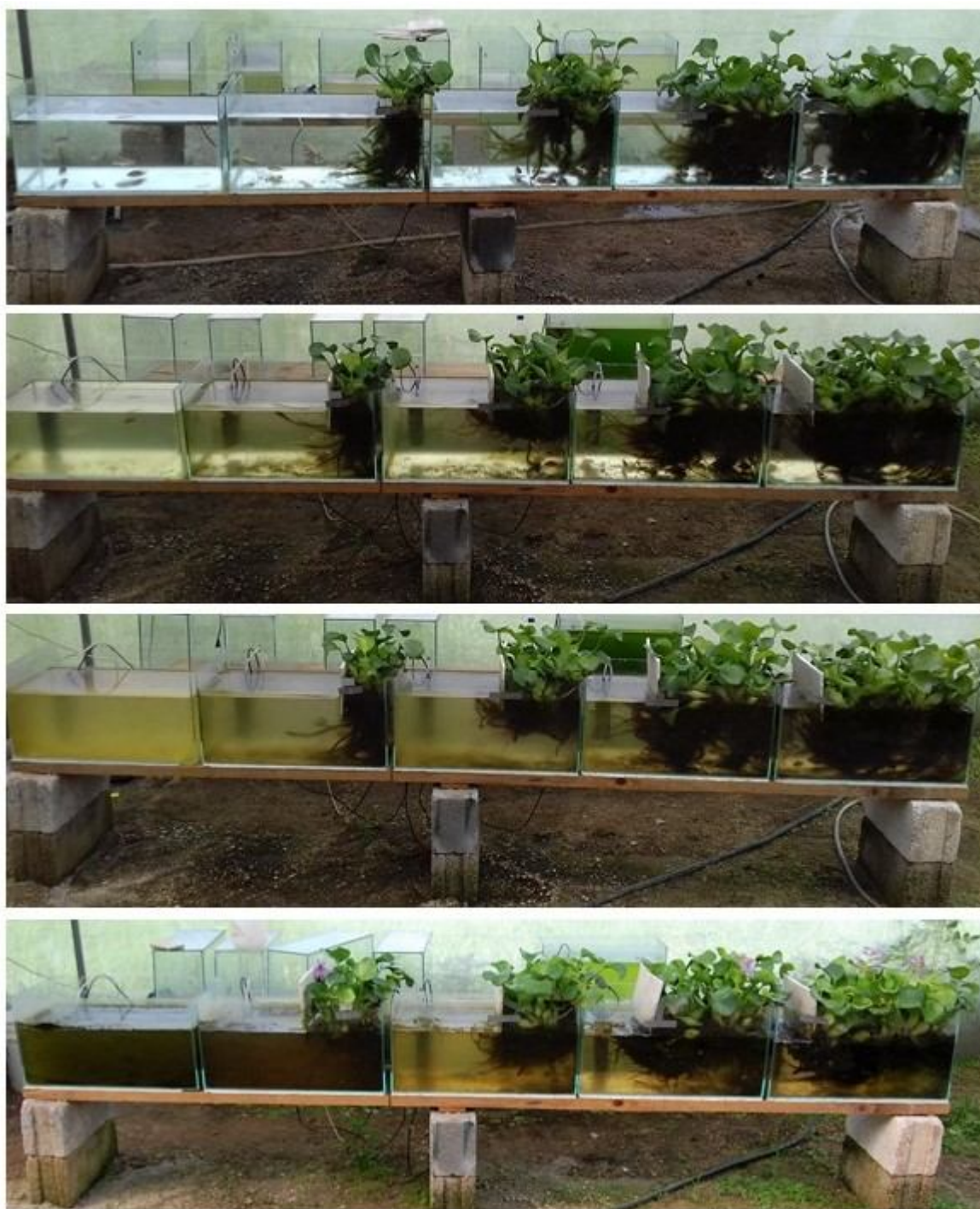


Figura 4. Evolución de la turbidez del agua a lo largo del estudio.

Conclusiones

Los resultados sugieren que un sistema de asociación entre *Eichhornia crassipes* y *Oreochromis niloticus* genera mecanismos simbióticos de coexplotación que favorecen el crecimiento de los peces y de las plantas, situación que puede aprovecharse en entornos de producción acuícola integrada y sostenible. Un sistema integrado de producción *Eichhornia-Tilapia*, podría generar los siguientes beneficios: (1) Ahorro en la compra de

filtros comerciales, (2) menos consumo de energía para mantener funcionando sistemas cerrados, (3) Disminución de la necesidad de recambios de agua, (4) disminución en la mortalidad de los peces, (5) disminución en la carga bacteriana del agua y por ende, mejor calidad microbiológica del agua, (6) producción adicional de materia vegetal en el sistema (7) menos perturbación del sistema (8) mejor calidad del agua lo que permitiría cultivar otras especies más exigentes.

El próximo paso sería probar el sistema en condiciones de estanques a cielo abierto donde se podría evaluar el efecto de la disminución de la luz y la formación de comunidades más complejas (por ejemplo, varias especies de insectos podrían visitar o colonizar las plantas y eventualmente aportar alimento a los peces) en el sistema productivo.

Agradecimientos

Se agradece al señor Diego Castañeda Arimany por proporcionar el material vegetal para el estudio y al señor Julio López por el apoyo en el manejo de los organismos.

Referencias

- Aboud, A. A. O., Kidunda, R. S., & Osarya, J. (2005). Potential of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in ruminant nutrition in Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, 17(8), 2005.
- Agunbiade, F. O., Olu-Owolabi, B. I., & Adebawale, K. O. (2009). Phytoremediation potential of *Eichhornia crassipes* in metal-contaminated coastal water. *Bioresource Technology*, 100(19), 4521-4526.
- Baquerizo, G., Maestre, J. P., Sakuma, T., Deshusses, M. A., Gamisans, X., Gabriel, D., & Lafuente, J. (2005). A detailed model of a biofilter for ammonia removal: model parameters analysis and model validation. *Chemical Engineering Journal*, 113(2), 205-214.
- Barrett, S. C. H., & Forno, I. W. (1982). Style morph distribution in New World populations of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach (water hyacinth). *Aquatic Botany*, 13, 299-306.
- Center, T. D., & Spencer, N. R. (1981). The phenology and growth of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) in a eutrophic north-central Florida lake. *Aquatic Botany*, 10, 1-32.
- Chaturvedi, O. H., & Sahoo, A. (2013). Feeds and feeding of small ruminants during climate-challenge scarcity. En Sahoo, Kumar & Naqvi (Eds). *Climate Resilient Small Ruminant Production*. (p. 35-43). Izatnagar, India: National Initiative on Climate Resilient Agriculture.
- Chen, Y. X., Yin, J., & Wang, K. X. (2005). Long-term operation of biofilters for biological removal of ammonia. *Chemosphere*, 58(8), 1023-1030.
- Chigbo, F. E., Smith, R. W., & Shore, F. L. (1982). Uptake of arsenic, cadmium, lead and mercury from polluted waters by the water hyacinth *Eichhornia crassipes*. *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological*, 27(1), 31-36.

- Cruz, Y., Kijora, C., Wedler, E., Danier, J., & Schulz, C. (2011). Fermentation properties and nutritional quality of selected aquatic macrophytes as alternative fish feed in rural areas of the Neotropics. *Livestock Research and Rural Development*, 23(11), 239.
- Easley, J. F., & Shirley, R. L. (1974). Nutrient elements for livestock in aquatic plants. *Hyacinth Control Journal*, 12, 82-85.
- Edwards, P., Kamal, M., & Wee, K. L. (1985). Incorporation of composted and dried water hyacinth in pelleted feed for the tilapia *Oreochromis niloticus* (Peters). *Aquaculture & Fisheries Management*, 16, 233-248.
- Forsberg, B. R., Araujo-Lima, C. A. R. M., Martinelli, L. A., Victoria, R. L., & Bonassi, J. A. (1993). Autotrophic carbon sources for fish of the central Amazon. *Ecology*, 74(3), 643-652.
- Gopal, B., & Sharma, K. P. (1981). Water-hyacinth (*Eichhornia crassipes*) the most troublesome weed of the world. Delhi: Hindasia Publishers.
- Güereña, D., Neufeldt, H., Berazneva, J., & Duby, S. (2015). Water hyacinth control in Lake Victoria: Transforming an ecological catastrophe into economic, social, and environmental benefits. *Sustainable Production and Consumption*, 3, 59-69.
- Ismail, Z., Othman, S. Z., Law, K. H., Sulaiman, A. H., & Hashim, R. (2015). Comparative Performance of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and Water Lettuce (*Pistia stratiotes*) in Preventing Nutrients Buildup in Municipal Wastewater. *CLEAN—Soil, Air, Water*, 43(4), 521-531.
- Jaikumar, M. (2012). A review of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and phytoremediation to treat aqua pollution in Velachery Lake, Chennai-Tamilnadu. *International Journal of Recent Scientific Research*, 3(2), 95-102.
- Jianbo, L. U., Zhihui, F. U., & Zhaozheng, Y. I. N. (2008). Performance of a water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) system in the treatment of wastewater from a duck farm and the effects of using water hyacinth as duck feed. *Journal of Environmental Sciences*, 20(5), 513-519.
- Junk, W. J. (1979). Macrófitas aquáticas nas várzeas de Amazônia e possibilidades do seu uso na agropecuária. Manaus: INPA.
- Lalitha, P., Sripathi, S. K., & Jayanthi, P. (2012). Acute toxicity study of extracts of *Eichhornia Crassipes* (Mart.) Solms. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5(4), 59-61.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2000). *100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database* (Vol. 12). Auckland: Invasive Species Specialist Group.
- Lugo-Vega, J., & Nina-Espinosa, J. L. (2014). BBFuels of Puerto Rico, LLC: A Sustainable Industrial Model for Bioethanol Production in Puerto Rico. *Ambientis*, 28-33.
- Mandal, R. N., Datta, A. K., Sarangi, N., & Mukhopadhyay, P. K. (2010). Diversity of aquatic macrophytes as food and feed components to herbivorous fish- a review. *Indian Journal of Fisheries*, 57(3), 65-73.
- Masto, R. E., Kumar, S., Rout, T. K., Sarkar, P., George, J., & Ram, L. C. (2013). Biochar from water hyacinth (*Eichornia crassipes*) and its impact on soil biological activity. *Catena*, 111, 64-71.

- Mishra, S., & Maiti, A. (2017). The efficiency of Eichhornia crassipes in the removal of organic and inorganic pollutants from wastewater: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-17.
- Ndimele, P. E., Kumolu-Johnson, C. A., & Anetekhai, M. A. (2011). The invasive aquatic macrophyte, water hyacinth {Eichhornia crassipes (Mart.) Solm-Laubach: Pontedericeae}: problems and prospects. *Research Journal of Environmental Sciences*, 5(6), 509.
- Patel, S. (2012). Threats, management and envisaged utilizations of aquatic weed Eichhornia crassipes: an overview. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 11(3), 249-259.
- Priya, E. S., & Selvan, P. S. (2017). Water hyacinth (Eichhornia crassipes)—An efficient and economic adsorbent for textile effluent treatment—A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S3548-S3558.
- Randall, D. J., & Tsui, T. K. N. (2002). Ammonia toxicity in fish. *Marine pollution bulletin*, 45(1), 17-23.
- Rezania, S., Ponraj, M., Din, M. F. M., Songip, A. R., Sairan, F. M., & Chelliapan, S. (2015). The diverse applications of water hyacinth with main focus on sustainable energy and production for new era: an overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 943-954.
- Rinne, J. N. (1976). Coded spine clipping to identify individuals of the spiny-rayed fish Tilapia. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 33(11), 2626-2629.
- Rogers, G. L., & Klemetson, S. L. (1985). Ammonia removal in selected aquaculture water reuse biofilters. *Aquacultural engineering*, 4(2), 135-154.
- Sindhu, R., Binod, P., Pandey, A., Madhavan, A., Alphonsa, J. A., Vivek, N., ... & Faraco, V. (2017). Water hyacinth a potential source for value addition: An overview. *Bioresource technology*, 230, 152-162.
- Sipaúba-Tavares, L. H., Favero, E. G. P., & BRAGA, F. D. S. (2002). Utilization of macrophyte biofilter in effluent from aquaculture: I. Floating plant. *Brazilian Journal of Biology*, 62(4A), 713-723.
- Spira, W. M., Huq, A., Ahmed, Q. S., & Saeed, Y. A. (1981). Uptake of Vibrio cholerae biotype eltor from contaminated water by water hyacinth (Eichhornia crassipes). *Applied and environmental microbiology*, 42(3), 550-553.
- Sricoth, T., Meeinkuirt, W., Pichtel, J., Taeprayoon, P., & Saengwilai, P. (2017). Synergistic phytoremediation of wastewater by two aquatic plants (*Typha angustifolia* and *Eichhornia crassipes*) and potential as biomass fuel. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15. doi.org/10.1007/s1135
- Stickney, R. R., & Shumway, S. E. (1974). Occurrence of cellulase activity in the stomachs of fishes. *Journal of Fish Biology*, 6(6), 779-790.
- Tallec, G., Garnier, J., & Gousailles, M. (2006). Nitrogen removal in a wastewater treatment plant through biofilters: nitrous oxide emissions during nitrification and denitrification. *Bioprocess and biosystems engineering*, 29(5-6), 323-333.
- Tarazona, J. V., MUÑOZ, M., Ortiz, J. A., NUNÉZ, M., & Camargo, J. A. (1987). Fish mortality due to acute ammonia exposure. *Aquaculture Research*, 18(2), 167-172.
- Téllez, T. R., López, E. M. D. R., Granado, G. L., Pérez, E. A., López, R. M., & Guzmán, J. M. S. (2008). The water hyacinth, Eichhornia crassipes: an invasive plant in the Guadiana River Basin (Spain). *Aquatic Invasions*, 3(1), 42-53.

- Tripathi, B. D., & Shukla, S. C. (1991). Biological treatment of wastewater by selected aquatic plants. *Environmental Pollution*, 69(1), 69-78.
- Villamagna, A. M., & Murphy, B. R. (2010). Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): a review. *Freshwater biology*, 55(2), 282-298.
- Zimmels, Y., Kirzhner, F., & Malkovskaja, A. (2006). Application of *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes* for treatment of urban sewage in Israel. *Journal of environmental management*, 81(4), 420-428.
- Wolverton, B. C., & McDonald, R. C. (1979). The water hyacinth: from prolific pest to potential provider. *Ambio*, 2-9.

REDVET 2018 Vol. 19 N° 6

www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060618.html

Este artículo Ref. 061810 _REDVET (Ref. prov. 181808_efectodelaninfa, Recibido 02/03/2018, Aceptado 21/05/2018, Publicado 01/06/2018) está disponible en www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060618.html concretamente en www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060618/061810.pdf

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) <http://www.veterinaria.org> y con **REDVET®**- www.veterinaria.org/revistas/redvet