

Plantas acuáticas para el tratamiento de agua en espejos ornamentales

Josefina C. González ¹, Damarys Santana ² y A. Patricio Quintas ³

¹ Profesora Invitada en la Universidad Estatal Amazónica, Profesora de la Universidad de Matanzas, Cuba

² Centro de Servicios Ambientales de Matanzas. Cuba

³ Sao Tomé Príncipe

Resumen

En el presente trabajo se analiza el uso de las plantas acuáticas para purificar el agua de los espejos ornamentales en el Parque de La Juventud de la Universidad de Matanzas, Cuba. El estudio se realizó a escala de laboratorio y se valoraron la determinación de parámetros como: oxígeno disuelto, demanda química y bioquímica de oxígeno, pH, dureza total, sólidos totales, coliformes fecales y cloruro. Se comprobó que las plantas acuáticas pueden disminuir los valores de los indicadores de calidad del agua a niveles que permitan disminuir la frecuencia con que se cambia el agua de los espejos. Se analizó la reutilización del agua tratada en los espejos en el riego de las plantas ornamentales del parque. Los resultados evidencian que el uso de las plantas acuáticas flotantes *Nymphaea ampla* y *Eichornia crassipes* constituye una alternativa para tratar las aguas y mejorar su calidad con un efecto económico considerable por concepto de ahorro de agua potable.

Abstract

An analysis is presented of the use of aquatic plants for the purification of water from ornamental ponds in the “Youth Park” at the University of Matanzas, Cuba. The study was done at a laboratory scale and the following parameters were evaluated: dissolved oxygen, chemical and biochemical oxygen demand, pH, total solids, water hardness, fecal coliform bacteria and chloride. The analysis demonstrated that aquatic plants can improve the indicators quality and reduce the frequency of the need to change the water in the pond. An analysis was conducted of the reuse of the treated pond water for irrigation of ornamental. The results proved that the use of the floating aquatic plants *Nymphaea ampla* and *Eichornia crassipes* constitutes an alternative water treatment, can help to improve water quality with economic benefits in potable water conservation.

Palabras Claves: plantas acuáticas, tratamientos terciarios, *Nymphaea ampla*, *Eichornia crassipes*.

Introducción

En la actualidad los problemas internos que genera la disponibilidad de agua tienden a transformarse en conflictos internacionales en la medida en que se evidencia que la tenencia de recursos acuíferos determina la viabilidad o no de las sociedades. Es por ello que en Cuba, el creciente desvelo en la protección del medio ambiente exige la búsqueda de alternativas que permitan un uso racional de los recursos naturales.

En este sentido el tratamiento del agua con plantas acuáticas en los espejos ornamentales y la posterior utilización del afluente en el riego representan una alternativa de gestión que contribuye a disminuir el consumo de agua potable en la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

Frers (2008), señala que la aplicación de plantas acuáticas en el tratamiento de aguas es beneficioso desde el punto de vista ambiental y económico debido a su bajo costo de construcción y operación, además aprovecha procesos naturales que ocurren en los ecosistemas para la depuración de un residuo contaminante ofreciendo la posibilidad de recuperar los recursos para su posterior utilización.

El objetivo general del presente estudio fue evaluar a escala de

laboratorio el uso de plantas acuáticas como tratamiento terciario en los espejos de agua de la Universidad de Matanzas.

Materiales y métodos

La Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” ubicada en el km 3 ½ de la autopista a Varadero, se enmarca en la ciudad de Matanzas, específicamente en la cuenca hidrográfica Buey Vaca. Limita al sur con la cuenca del río San Juan y al Este Sureste con la cuenca del río Canímar. En este centro radica el único jardín botánico existente en la provincia, el cual se destaca por su belleza natural y los espejos de agua que le impregnan frescura y hacen del lugar un escenario agradable y acogedor.

Selección de las plantas acuáticas a utilizar

La selección de la planta acuática se realizó teniendo en cuenta los siguientes aspectos: Análisis documental y entrevistas a profundidad sobre la base de determinar las características morfológicas y funcionales de las plantas seleccionadas, identificar el uso ornamental de estas plantas en el territorio, características, disponibilidad y adaptación de estas plantas, así como su uso en el tratamiento de aguas y aguas residuales. Las plantas seleccionadas (Tabla 1) para la investigación son *Nymphaea ampla*

(Salisb.) DC. (Nymphaeaceae), *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms (Pontederiaceae) y *Elodea canadensis* Michx. (Hydrocharitaceae).

Análisis físico-químico y microbiológico del agua

Para dar cumplimiento al objetivo se plantea una metodología que considera: a) Muestreo del agua de los espejos. Los puntos de muestreo del agua de los espejos se seleccionaron según la norma NC 441:2006 Salud Ambiental. Piscinas. Requisitos. b) Las determinaciones analíticas realizadas son las siguientes: pH, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, dureza total, sólidos totales, sólidos sedimentables, cloruro y coliformes fecales. El resultado del análisis físico químico y microbiológico se constata a través de la norma cubana NC 93-02:1985 “Requisitos Higiénicos Sanitario y Muestreo”: c) El procesamiento estadístico de los resultados se realiza mediante la técnica “Análisis de varianza de medidas repetidas con un factor”, mediante el paquete estadístico SPSS versión 12.1.

Parte experimental

Para el tratamiento con las plantas acuáticas *Nymphaea ampla*, *Eichornia crassipes* y *Elodea canadensis* se toma el agua de diferentes puntos de los espejos y se vierte en recipientes plásticos de 0.54 m de largo, 0.42 m de ancho y 0.17 m de

altura, y se simulan las condiciones de los espejos de agua. El volumen efectivo fue aproximadamente de 15 litros. Para el experimento las plantas fueron lavadas con agua corriente y colocadas en cantidades suficientes para cubrir las superficies de los recipientes. Se alimentaron solamente al inicio de los experimentos y no hubo cosecha de las plantas. La Figura 1 ilustra el montaje de la experimentación.

Resultados y discusión

La Tabla 2 refleja los resultados de la composición físico-química y microbiológica del agua de los espejos durante el periodo de seca y el periodo de la lluvia. Al comparar los parámetros establecidos por la norma NC 93-02:1985 se observa que los valores de pH, sólidos totales y dureza total, están por debajo del intervalo máximo admisible. Sin embargo el comportamiento de parámetros como el oxígeno disuelto, la conductividad, la demanda química de oxígeno y los coliformes fecales exceden los valores normados.

El análisis físico químico realizado corrobora que el agua presente en los espejos no mantiene las condiciones requeridas para ser usada en los referidos espejos y en tal sentido es necesario un tratamiento efectivo como alternativa de gestión ambiental ante el problema de contaminación presente.

Las principales características de las plantas seleccionadas son las que se observan en la Tabla 1.

La selección de estas plantas acuáticas se fundamentó además por la incidencia en el proceso de tratamiento, expresada por su poder de

proliferación, su capacidad de absorción de nutrientes, bioacumulación de otros compuestos del agua (metales pesados) y relaciones mutuas de flujo de energía y nutrientes, entre las plantas acuáticas y microorganismos degradadores.

Tabla 1. Especies seleccionadas para el tratamiento.

Especie	Tipo de planta	Hojas y tallos	Sistema Radicular	Crecimiento	Adaptación Manejo	
					Adaptación	Manejo
<i>Eichornia crassipes</i> (Jacinto de agua)	Flotante	Transportador de O ₂	Transportador de O ₂ y CO ₂	Contante	Fácil	No complejo
<i>Nymphaea ampla</i> (Ova Blanca)	Flotante	Transportador de O ₂	Transportador de O ₂ y CO ₂	Rápido	Se logra adaptar	No complejo
<i>Elodea canadensis</i> (Elodea)	Sumergida	-----	-----	Muy rápido (especie invasora)	Muy Fácil	Complejo (Plaga)

La evaluación del tratamiento del agua de los espejos, aplicando las plantas acuáticas *Nymphaea ampla*, *Eichornia crassipes* y *Elodea canadensis* a escala de laboratorio.

La confirmación estadística de los resultados experimentales mediante el análisis descriptivo y las pruebas de significación de los efectos del tiempo, la planta y de la interacción tiempo planta para cada parámetro, permitió corroborar que ambos efectos y su interacción ejercen influencia en los indicadores estudiados durante el tratamiento del agua de los espejos con las plantas acuáticas seleccionadas y se determinó que las plantas *Eichornia*

crassipes y *Nymphaea ampla* son las más efectivas en el tratamiento en un período de 7 días.

El análisis físico químico del agua una vez realizado el tratamiento arrojó que las variaciones de pH durante el tratamiento con todas las plantas (Figura 1) reflejan un incremento que oscila en el intervalo 6,8 a 8,31 lo que indica que los valores reportados son adecuados para la actividad depurativa y el crecimiento de las plantas.

Según Frers (2007), el incremento de pH puede estar asociado al efecto de la fotosíntesis dentro de la columna de agua, que remueve dióxido

de carbono y altera el equilibrio buffer ácido carbónico/carbonatos, elevando así el pH, a partir del día 7 los valores de pH disminuyen.

La Tabla 2, evidencia el efecto positivo de las plantas estudiadas en cuanto a la disminución de los sólidos totales, los cuales se mantienen por debajo del máximo admisible para agua potable, según la norma NC 93-02:1985. Como se observa esta disminución hasta el día 7 es más acentuada para la planta *Elodea canadensis*, lo cual se explica por la función como medio filtrante que realiza toda la planta, no obstante a medida que transcurre el tiempo su sistema radicular pierde esta propiedad (González, 2005). En el caso específico de las plantas *Nymphaea ampla* y *Eichornia crassipes* el contenido de sólidos disminuye durante todo el tratamiento, manteniéndose en los intervalos 160 y 385 mg/L respectivamente.

El valor de DQO varía durante los experimentos alcanzando su valor mínimo a los 7 días para el tratamiento con las plantas *Nymphaea ampla* y *Eichornia crassipes*. En este caso se alcanza una eficiencia de remoción de 32,03% con la *Nymphaea ampla* y 53,15% con *Eichornia crassipes*. Este comportamiento se debe a que las raíces proporcionan un sitio de

adhesión para las comunidades degradadoras de materia orgánica y actúan con el uso de la planta *Elodea canadensis* se observa incremento de la DQO, lo cual, según Valderrama (sin fecha), se explica por la acumulación de materia orgánica y la insuficiencia de oxígeno como filtro de material particulado. El comportamiento de la DBO durante el tratamiento con las plantas *Nymphaea ampla* y *Eichornia crassipes* se corresponde con las variaciones de la DQO. En la Tabla 2 se aprecia una disminución del parámetro DBO que corresponde a las variaciones que representa el proceso de remoción de la materia orgánica presente en el agua. En la experimentación realizada el uso de las plantas acuáticas para tratar el agua de los espejos ornamentales, durante los primeros 7 días aumenta el contenido de dureza total. Posteriormente se observa una disminución del parámetro excepto para el ensayo con la planta *Elodea canadensis* que continúa en aumento debido al incremento de sales en el agua (Díaz, 2006). De forma general las variaciones del oxígeno disuelto durante el tratamiento aumentan hasta 5,92, 4,62 y 4,4 respectivamente hasta el día 7 para las plantas *Nymphaea ampla*, *Eichornia crassipes* y luego disminuye, sin embargo para la planta *Elodea canadensis* el oxígeno disminuye en

todo momento ya que la planta por sus características morfológicas no es capaz de transportar el oxígeno. La disminución del contenido de oxígeno a partir del día 12 se debe al efecto de cubierta que parcialmente ejercen las plantas. Domínguez (2006), considera que el efecto de cubierta impide la difusión del aire desde la atmósfera hasta el agua y limita sus efectos de oxigenación por la fotosíntesis. El contenido de cloruro durante el desarrollo del experimento con todas las plantas disminuye. Esta disminución es más acentuada en el día 7 por la planta *Eichornia crassipes*. Como se observa en la Tabla 2, la remoción microbiológica durante el tratamiento es efectiva para las tres plantas acuáticas estudiadas ya que en todos los casos la disminución del número de coliformes es notable.

Conclusiones

El tratamiento de agua en los espejos ornamentales con las plantas acuáticas *Nymphaea ampla* y *Eichornia crassipes* es eficiente hasta los 7 días de experimentación.

El uso de *Nymphaea ampla* y *Eichornia crassipes* en los espejos ornamentales representa un ahorro por concepto de agua potable de 15.151,032 \$/año. La calidad del agua procedente de los espejos cumple con

los índices establecidos por las Normas Cubanas lo cual proporciona una vía para su reutilización.

Literatura Citada

- Díaz Betancourt, R. 2006. Tratamiento de aguas y aguas residuales. Félix Varela. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Domínguez, A. L. 2003. Transporte de oxígeno a través de las plantas acuáticas. Scientia ET Técnica. N° 21. Universidad de Pereira. Julio 2003.
- Frers, C. 2008. El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. Observatorio Medioambiental 11: 301-305.
- González Hernández, J. del C., A. Cabrera Hernández; J. Z. Junco Horta. 2005. Indicadores para la Sostenibilidad del Tratamiento de Aguas Residuales en Zonas Turísticas Costeras. Caso de Estudio: Varadero. Cuba. Revista CENIC. Ciencias Biológicas Vol. 36. Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Cuba. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Manso, R. 2008. Medio ambiente: Flora. Habana. Cuba.
- NC 93-02:1985. Higiene Comunal. Agua Potable. Requisitos Higiénicos Sanitario y Muestreo.
- Valderrama, L. T., C. Campos, S. Velandia y N. Zapata. sin fecha. Evaluación del efecto de tratamiento con plantas acuáticas en la remoción de indicadores de contaminación fecales en aguas domésticas. Pp. 193-201 En Seminario Internacional sobre Métodos Naturales para el tratamiento de Aguas Residuales. Universidad del Valle, Instituto Cinara. Cali, Colombia.

*Elodea canadensis**Eichornia crassipes**Nymphaea ampla***Figura 1.** Montaje de la experimentación**Tabla 2.** Resultados de la composición físico-química y microbiológica del agua de los espejos durante el periodo seco y el periodo de lluvia.

No	pH	Conduct (ps/cm)	O ₂ Disuelto (mg/L)	DBO (mg/L)	Sólidos (mg/L)			Dureza (mg/L)		Fósforo (mg/L)		Coliformes (NMP/100mL)			
					Totales	Fijos	Volátiles	Total	Calcio	Magnesio	Inorg. Total	Total	Fecales		
Periodo de seca															
1	6,8	4,75	4,05	0,00	40,8	630,66	388,00	242,66	168,9	119,9	49,0	0,031	0,052	490	0
2	7,3	4,78	3,65	0,00	23,8	355,33	252,66	102,67	155,0	81,6	73,4	0,018	0,034	500	5
Periodo de lluvia															
1	5,6	4,97	3,99	1,58	96,58	350,00	208,00	142,00	185,2	157,5	27,7	0,043	0,073	340	340
2	5,9	4,31	2,40	0,89	3,04	251,00	158,00	93,00	138,7	108,5	30,2	0,023	0,044	5400	5400