



## **UTILIZACIÓN DE *Hydrocotyle umbellata* EN LA ABSORCIÓN DE ELEMENTOS CONTAMINANTES ESPECÍFICOS EN AGUAS RESIDUALES**

**<sup>1</sup>Marta Higuera Gómez, <sup>2</sup>Rene Peña & <sup>3</sup>Luis Escalante**

<sup>1</sup>Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Departamento de Zoología.

E-mail: martahiguera19@gmail.com

<sup>2</sup>Salud Ocupacional y Ambiente, Egresado de la Maestría en Gestión Ambiental de la Universidad Interamericana de Panamá.

E-mail: Renismal@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidad Interamericana de Panamá. Docente Investigador de Maestría en Ciencias Ambientales.

E-mail: Lcescalante@yahoo.com

### **RESUMEN**

Esta investigación se realizó con el propósito de determinar la utilidad de *Hydrocotyle umbellata* en la absorción de elementos contaminantes en aguas residuales en una planta de tratamiento, entre el 21 de mayo al 15 de agosto del 2018. Se recolectó 30 plantas, de las cuales quince plantas en su estado natural se llevaron al Laboratorio de Suelo donde se le realizó el análisis foliar a toda la planta, para determinar los valores de potasio, fósforo, calcio, hierro y zinc. Las otras quince plantas se colocaron por 30 días en tres tinas en la planta de tratamiento del residencial La Hacienda, ubicada en el corregimiento de Vista Alegre, distrito de Arraiján, provincia de Panamá Oeste, República de Panamá. Transcurrido el tiempo estimado, se retiraron las plantas y se llevaron al laboratorio donde se le realizó el análisis foliar y se determinó el grado de absorción de los elementos. Se concluyó que la planta tiene la capacidad de absorber los elementos (potasio, fósforo, calcio, hierro y zinc) de las aguas residuales de la planta de tratamiento.

### **PALABRAS CLAVES**

planta acuática, elementos, nutrientes.

## **USE OF *Hydrocotyle umbellata* IN THE ABSORPTION OF SPECIFIC CONTAMINATIVE ELEMENTS IN WASTE WATERS**

### **ABSTRACT**

This investigation was carried out with the purpose to determine the usage of *Hydrocotyle umbellata* in the absorption of contaminative elements in waste waters from the treatment's plant, between May 21 and August 15, 2018. A total of 30 plants were collected, 15 in their natural state were taken to the soil laboratory for total foliar plant analysis, to determine values of potassium, phosphorous, calcium, iron and zinc. The other 15 plants, were placed for 30 days in three tubs in the processing plan at residential La Hacienda, located in the village of Vista Alegre, district of Arraijan, province of Panama Oeste, Republic of Panama. After the elapsed time, plants were withdrawing and carried to the laboratory were foliar analysis were done, and the degree of absorption of the elements was determined. We conclude that the plant has the capacity absorbs the elements (potassium, phosphorous, calcium, iron and zinc) of waste waters from the treatment's plant.

### **KEYWORDS**

aquatic plant, elements, nutrients.

### **INTRODUCCIÓN**

El concepto de agua residual hace referencia a todas las aguas que han sido utilizadas en cualquier actividad humana. Estas aguas se pueden clasificar en aguas domésticas, industriales y comerciales. Los efluentes de aguas residuales producen deterioro en los hidroecosistemas, específicamente en los cuerpos lenticos, generando la eutrofización, la disminución en niveles de oxígeno, alteraciones del pH, entre otros. (Pérez Silva *et al.*, 2016). La eutrofización es un proceso de deterioro de la calidad del recurso, por el enriquecimiento de nutrientes, principalmente, nitrógeno y fósforo, los cuales ejercen grandes impactos ecohidrológico, ecohidráulicos, sanitarios y económicos (Ledesma, *et al.*, 2013), que conlleva la muerte de la mayoría de los seres vivos (Fernández, 2000). Además, cuando los organismos se descomponen añaden coloración, turbidez y olores desagradables (Master & Ela, 2008).

La eutrofización es un proceso natural que ocurre en los cuerpos de agua, pero en miles de años, sin embargo, las descargas de aguas residuales pueden acelerar la velocidad de este proceso. A esto se le conoce como eutrofización antropogénica (Master & Ela, 2008). Las aguas residuales son una de las fuentes de ingreso al ambiente de residuos, que se han convertido en uno de los principales contaminantes, debido a que sus concentraciones han ido en aumento, lo que ha provocado incremento en los efectos adversos causados por la persistencia y el fenómeno de biomagnificación (Veranes-Delis *et al.*, 2012).

Estas aguas no tratadas, pueden ocasionar graves problemas ambientales y sanitarios, como: infecciones bacterianas, infecciones víricas, parasitosis; además, de mantener vectores y hospedadores como: moluscos, crustáceos, artrópodos hematófagos, entre otros. La contaminación de las aguas no sólo elimina una buena parte de la vegetación y fauna autóctona acuática, sino que también ocasiona desequilibrios generalizados a todo el ecosistema terrestre que de estas masas de agua depende (Master & Ela, 2008).

La depuración de las aguas residuales, ya sean urbanas, industriales o de origen agropecuario, se ha convertido en uno de los retos ecológicos y económicos más importantes del Planeta. La escasez del agua potable como recurso, el aumento de la población y del crecimiento económico mundial, con la consecuencia del incremento en la producción de aguas residuales, nos enfrentan al reto de conseguir un tratamiento adecuado de las aguas residuales con el menor coste económico y energético posible. La Organización Mundial de la Salud (OMS), estableció valores máximos permisibles de las descargas de efluentes a los cuerpos receptores (Tejada-Tovar *et al.*, 2015).

Fernández (2000) denomina sistemas blandos a los sistemas de tratamiento de aguas residuales que consumen menos energía y suelen ser menos costosos y sofisticados en cuanto a operación y mantenimiento que los convencionales. Este sistema utiliza las plantas acuáticas aprovechando la capacidad de autodepuración en los hidrosistemas naturales, ya que degradan, absorben y asimilan en sus tejidos los contaminantes. Es una biotransformación que utiliza

sistemas biológicos para la restauración del medio ambiente, con la cual se mejoran los procesos biogeoquímicos y los compuestos tóxicos son eliminados del medioambiente. (Pellón *et al.*, 2005).

Estas plantas en la etapa de crecimiento absorben los nutrientes y sólidos suspendidos, que funcionan como sustrato para los microorganismos que promueven la asimilación de estos nutrientes por medio de transformaciones químicas, incluyendo nitrificación y desnitrificación (Hidalgo *et al.*, 2005). Utilizan luz, dióxido de carbono, nitrógeno, fósforo, y potasio para crecer, por lo cual han sido utilizadas para reducir nutrientes en aguas residuales domésticas e industriales. Además, pueden remover hasta el 99% de nutrientes como: el nitrógeno y el fósforo, con lo cual se reduce el proceso de eutrofización sobre cuerpos de agua superficiales (Pérez Silva *et al.*, 2016).

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la utilidad de *Hydrocotyle umbellata* (familia Apiaceae) en la absorción de los elementos contaminantes (potasio, fósforo, calcio, hierro y zinc) de las aguas residuales domésticas. En tal sentido fue utilizado como medio de experimento la planta de tratamiento del residencial La Hacienda, ubicada en el corregimiento de Vista Alegre, en el distrito de Arraiján, provincia de Panamá Oeste, República de Panamá.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se realizó del 21 de mayo hasta el 15 de agosto del 2018. Se recolectó 30 plantas de *Hydrocotyle umbellata*. Quince plantas en su estado natural se le realizó el análisis foliar a toda la planta y se determinó los valores de potasio, fósforo, calcio, hierro, y zinc. Las otras quince plantas se llevaron en la planta de tratamiento de aguas residuales del residencial La Hacienda ubicada en el corregimiento de Vista Alegre, distrito de Arraiján, de la provincia de Panamá Oeste, en las coordenadas 8°54'24.4"N, 79°41'9.6"W. Estas plantas se colocaron en contacto directo en tres tinajas con agua residuales y se dejaron 30 días (Fig. 2). Transcurrido el tiempo estimado, se retiraron las plantas y se llevaron al laboratorio donde se le realizó el análisis foliar a toda la planta y se determinó el grado de

absorción de los elementos.

El análisis Foliar se realizó en el Laboratorio de Suelo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá. Se analizó el fósforo a través del colorímetro Spectronic 20 a una longitud de onda de 470nm. Se determinó a través del método espectroscopia de absorción atómica los valores de potasio, calcio, hierro y zinc. (Mengel & Kirkby, 1982, Malavolta, 1980).

La planta acuática *Hydrocotyle umbellata* pertenece a la familia Apiaceae. Esta familia cuenta con unos 300 géneros y 3000 especies. Se distribuye en todo el mundo y está compuesta por especies herbáceas anuales y perennes, algunas están adaptadas a diversos tipos de humedales. (Álvarez *et al.*, 2008).

La descripción taxonómica de *Hydrocotyle umbellata* es una hierba perenne, anual o bianual, frecuentemente rastrera. Tienen hojas largamente pecioladas, de color verde pálido, hirsuto, alternas, basales o a veces opuestas simples y enteras, con un peciolo envainador de 2-5 cm de largo y 0,5-1 mm de diámetro, tiene nudos radicantes con tallos filiformes de 0,5-1mm de diámetro. (Álvarez, 2001). La base de la lámina emarginada en ángulo agudo, las espículas irregularmente romboidales o auriculares, tenues, membranosas (Álvarez *et al.*, 2008, Stevens *et al.*, 2001) (Fig. 1).



**Fig. 1** *Hydrocotyle umbellata*, (Apiaceae)



**Fig. 2** Tina de la planta de tratamiento de la barriada La Hacienda, ubicada en el corregimiento de Vista Alegre, en el distrito de Arraiján, provincia de Panamá Oeste, República de Panamá

## **RESULTADOS**

La planta *Hydrocotyle umbellata* absorbió cinco elementos. En la Fig. 3 se aprecia como aumentaron los valores después de estar expuesta las 15 plantas por 30 días en las aguas residuales de la planta de tratamiento. Se observa como el fósforo tenía 0.31 % al inicio y al transcurrir los 30 días se obtuvo 0.40 %. El potasio en la planta en su estado natural tenía 0.23% y al colocarla en las aguas residuales y transcurridos el tiempo estimado se obtuvo 1.30 %. Así ocurrió con el hierro que se obtuvo al inicio 1.99 % y después 2.96%. El calcio tenía al inicio 1.56% y después 2.17%. El zinc al inicio tenía 98ppm y transcurrido el tiempo estimado se obtuvo 247ppm (Fig. 4).

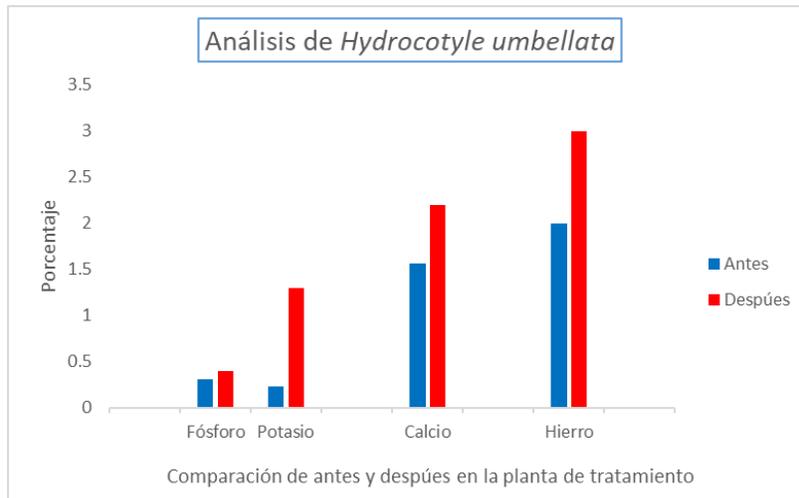


Fig. 3 Descripción gráfica del análisis foliar de *Hydrocotyle umbellata*

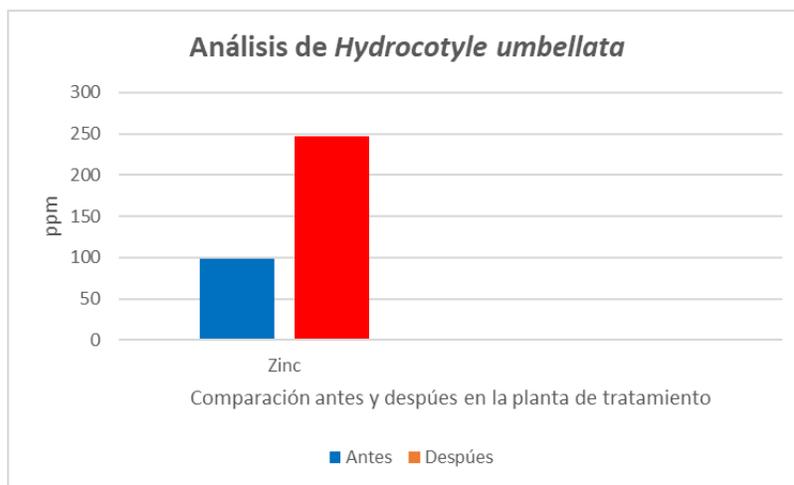


Fig. 4 Descripción gráfica del análisis foliar de *Hydrocotyle umbellata*

## DISCUSIÓN

La utilización de planta acuática se ha desarrollado como tratamiento alternativo de aguas residuales y ha demostrado ser eficiente en la remoción de una amplia gama de sustancias orgánicas, así como

nutrientes y metales pesados (Novotny & Olem, (1994), Machate *et al.*, 1999). Esto lo apoya el trabajo realizado por Panyakhan *et al.*, (2006) citado por Miranda & Quiroz (2013), en este estudio se realizó la remoción del zinc, utilizando *Hydrocotyle umbellata* con diferentes concentraciones desde 2, 3, 6, 8, 10 y 50 mg/l-1 de zinc, durante un periodo de 12 días, se obtuvo aumento significativo en los niveles de zinc en los tejidos vegetales cuando los tiempos de exposición y las concentraciones del metal se incrementaron.

Además, Zayed, (1988) considera que *Hydrocotyle umbellata* es una planta hiperacumuladora de metales como: hierro y zinc debido que presenta valores  $\geq 1000$ . Albino (2015) demostró que *Hydrocotyle* sp., absorbe elementos como hierro (1319mg/L) y zinc (162mg/L). Según Reddy & Busk (1985), las plantas acuáticas reducen efectivamente los niveles de contaminación en los cuerpos de agua.

En la investigación realizada por Olivares *et al.*, (2007) y Lu *et al.*, (2004), establecen que *Hydrocotyle umbellata* tiene un alto potencial de remoción debido a que posee unas raíces con un sistema fibroso con una gran área de contacto que les permite acumular grandes cantidades de elementos que actúa como la primera barrera al absorber y retener elementos. Tiene un sistema radicular con microorganismos asociados que favorecen la acción depuradora de las aguas (French *et al.*, 1995).

## **CONCLUSIÓN**

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo concluimos que la planta acuática *Hydrocotyle umbellata*, tiene la capacidad de absorber los elementos (potasio, fósforo, calcio, hierro y zinc) de las aguas residuales de la planta de tratamiento. Se puede utilizar como una alternativa de desarrollo sostenible en la depuración de elementos contaminantes en las aguas residuales que son altamente persistentes y tienden a acumularse en el ambiente.

## **RECOMENDACIONES**

Recomendamos la utilización de plantas acuáticas flotantes como fitorremediación. Esta tecnología permite la remoción de elementos

contaminantes en aguas residuales y de cuerpos de agua en proceso de eutrofización a bajo costo.

### **AGRADECIMIENTO**

Nuestro profundo agradecimiento a la Ing. Marvin Sánchez (gerente de Obra) y la Ing. Belkis Herrera (residente de Obra) por permitirnos realizar esta investigación en la planta de tratamiento en el residencial La Hacienda. A la Lcda. Lucila Guillen y la Mgtra. Vielka Murillo del Herbario, por su ayuda en la identificación taxonómica. A la Licda. Berta Carrera y el Dr. Francisco Mora, del laboratorio de Suelo, por su dedicación en el análisis foliar. Al Mgter. Arnold Russell por la traducción en inglés del resumen. Quiero también agradecer al Mgter Ramiro Gómez por su colaboración y sugerencias para mejorar este trabajo.

### **REFERENCIAS**

Albino, E. 2015. Optimización de la metodología por fluorescencia de rayos x para la determinación de metales en plantas acuáticas del curso Alto del Río Lerma. Tesis de la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Carrera Tecnología Ambiental. México. 73pp.

Alvarez, M., Ramírez C., & U. Deil. 2008. Ecología y distribución de *Hydrocotyle cryptocarpa* sp. en Sudamérica. *Gayana Bot.* 65 (2)139-144.

Alvarez, N. 2001. *Hydrocotyle leucocephala* (Apiaceae): nueva especie para Mendoza. *Multequina*. No. 10: 75-78.

Fernández, J. 2000. Manual de fitodepuración. Filtros de macrófitas en flotación. Coordinada por Jesús Fernández González Proyecto Life. *Amb* disponibilidad.

French, J., Chung, M. & Y. Hur. 1995. Chloroplast DNA phylogeny of the Ariflorae. *Monocotyledons: systematic and evolution*. (P. Raudall, P. Cribb, D. Cutler & C. Humphries, edits) Kew Royal Botanic Gardens.

Hidalgo, J., Montano, J., & M. Sandoval. 2005. Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. Teoría 14 (1):17-25.

Ledesma, C., Bonansea, M., Rodríguez, C., & A. Sánchez. 2013. Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). Revista Ciencia Agronómica. 44(3): 419-425.

Lu, X., Kruatrachue M., Pokethitiyook P., & K. Homypk. 2004. Removal of cadmium and zinc by water hyacinth. Sci. Asia 30, 93-103.

Machate, T., E. Heuermann, K. Schamm & A. Kettrup. 1999. Purification of fuel and nitrate contaminated ground water using a free water Surface constructed wetland plant. J. Environ. Qual. 28:1665-1673.

Malavolta, E., 1980. Elementos de Nutrición Mineral de Plantas. Editora Agronómica Ceres Ltda, Sao Paulo. Brasil. 254pp.

Martelo, J. & L. Borrero. 2012. Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión del estado del arte. Ingeniería y Ciencia, ing. Cienc. 8(15):221-243.

Master, G. M., & W.P. Ela. 2008. Introducción a la ingeniería medioambiental. Madrid: Pearson Educación, S.A.

Mengel, K., & E. Kirkby. 1982. Principles of plant nutrition. International Potash Institute Berna. Suiza. 655pp.

Miranda M.G., & A. Quiroz. 2013. Effect of photoperiod to absorb lead by *Lemna gibba* (Lemnaceae). Polibotánica, 36:147-161.

Novotny, V. & H. Olem 1994. Water quality: prevention, identification and management of diffuse pollution. Van Nostrand Reinhold, New York. 1054pp.

Olivares, S., Lima L., De la Rosa D. & D.W. Graham. 2007. Water hyacinths (*Eichhornia crassipes*) as indicator of heavy metal impact of a large landfill on the Almendares River near Havana, Cuba, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 79, 583-587.

Pellón, A., Frades, J., Chacón, A., Pérez, E., Oña, A., Espinosa, M., Ramos Alvariño, C., Mayarí, R., & R. Escobedo. 2005. Eliminación de cromo y cadmio mediante *Scenedesmus obliquus* en estado inmovilizado. Revista CENIC Ciencias Químicas. 36(3): 175-180.

Pérez-Silva, K., Vega-Bolaños, A., Hernández-Rodríguez, L., Parra-Ospina, D., & M. Ballen-Segura. 2016. Uso de *Scenedesmus* para la remoción de metales pesados y nutrientes de aguas residuales de la industria textil. Ingeniería Solidaria. 12(20):95-105.

Reddy, K., & F. Busk. 1985. Nutrient removal potential of selected aquatic macrophytes. Journal of Environmental Quality, 14(4):459-462.

Stevens, W., Ulloa, C., Pool, A., & O. Montiel. 2001. Flora de Nicaragua, Introducción Gimnosperma y Angiosperma. Tomo 85. Printed in U.S.A. 943pp.

Tejada Tovar, C., Villabona-Ortíz, A., & L. Garcés-Jaraba. 2015. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. Tecno Lógicas. 18 (34):109-123.

Veranes-Delis, O., Pellón-Arrechea, A., Espinosa-Llorens, M., Oña-Machín, A., & E. Pérez-Despaigne. 2012. Estudio del comportamiento de la microalga *Scenedesmus obliquus* para la precipitación de cromo en Albalá sintético. Revista Cubana de Química. 24(1):48-56.

Zayed A., S. Gowthaman, & N. Terry. 1998. Phytoaccumulation of trace elements by wetland plants: I Duckweed. Journal of Environmental Quality 27: 715-721.

**Recibido 30 de septiembre de 2018, aceptado 18 de octubre de 2018.**