

Giardia cysts study: Wastewater removal value of conventional system treatment and water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) purification. Technical note

Silvana Pertuz, Nairobi Jiménez, Lenín Herrera and Ismenia Araujo

Laboratorio de Investigación Biotecnológica sobre Microbiología de Petróleo,
Facultad de Ciencias, Universidad del Zulia, Apartado Postal 526. Maracaibo, Estado Zulia,
Venezuela. E-mail: jimenez@solidos.ciens.luz.ve; ogarcia@ifcsun1.ifisiol.unam.mx.
Teléfono: (061) 57-07-72

Abstract

Here we report the results of *Giardia* cysts removal from wastewater treatment. The samples were collected from facultative pond, A₁ and maturation pond, A₃ of oxidation ponds nine system. Others samples were collected from hyacinth tank, slow sand filter and trickling filter units feeding maturation ponds effluents. The sample were prosecuted according to Ho *et al* (1995), with partials modifications. *Giardia* cysts were removed from hyacinth tank maturation effluents. An 78,0% *Giardia* cysts were removed from slow sand filter units and 50,0%, the from trickling filter units. Cysts removal from domestic wastewater treatment in oxidation ponds were 90.9%. The treatments were significative ($p \leq 0.05$) for the reduction of *Giardia* cysts of wastewater. The removal *Giardia* cysts were effective in oxidations ponds, hyacinth tank, slow sand filter units and trickling filter units.

Key words: Cysts, *Giardia*, treatment, wastewater.

Estudio de quistes de *Giardia*: Análisis de valores de remoción en aguas residuales domésticas tratadas por sistemas convencionales y por la acción purificadora del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*). Nota Técnica

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la remoción de quistes de *Giardia* sp. en aguas residuales tratadas en sistemas convencionales y con jacintos de agua (*Eichhornia crassipes*). Se tomaron muestras de aguas residuales en el afluente de la laguna Facultativa A₁ y el efluente de la laguna Maduración A₃ de un sistema piloto de nueve piscinas de oxidación. Otros puntos muestreados fueron: un tanque de fibra de vidrio con jacintos, alimentado de los efluentes de la laguna de Maduración A₂; un filtro lento de arena y un percolador de arcilla, ubicados en la salida de Maduración A₃. Las muestras se procesaron de acuerdo a la técnica propuesta por Ho y col. (1995), modificada parcialmente. Los quistes de *Giardia* fueron removidos un 90,9% en piscinas de oxidación y un 100,0% en el tanque con jacintos. En la filtración con arena la remoción fue del 78,0% y en la biopercolación con arcilla fue de sólo un 50,0%. Esta reducción fue significativa ($p \leq 0,05$). Todos los sistemas probados fueron efectivos para la remoción de quistes de *Giardia* de aguas residuales domésticas.

Palabras clave: Aguas residuales; *Giardia*; quistes y tratamiento biológico.

Introducción

Los representantes del género *Giardia* sp. son protozoarios entéricos patógenos que han sido identificados como agentes etiológicos en brotes de diarrea transmitidos por el agua, en los últimos años en todo el mundo [1,2,3,4]. Aunque en Maracaibo (Venezuela) no existen estudios que relacionen la presencia de *Giardia* sp. en las cuencas o suministros de agua potable con brotes hidricos de giardiasis, su incidencia en la población es alta [5,6,7,8]. En otras regiones del país, se ha corroborado la presencia de *Cryptosporidium* sp. (otro patógeno entérico transmitido por el agua) en ríos del Distrito Federal y se ha establecido la posible relación que existe entre este hallazgo y la adquisición de la infección [9]. Para el control de patógenos en el ambiente se aplican tratamientos a las aguas residuales, los cuales incluyen lagunas de estabilización, filtros lentos, percoladores biológicos y *Eichhornia crassipes*, por su alta eficiencia en la remoción de microorganismos patógenos [10,11,12,13,14,15].

El objetivo primordial de este estudio fue determinar la remoción de *Giardia* sp. en aguas residuales de las Lagunas de Estabilización de la Universidad del Zulia y de los sistemas complementarios de tratamiento avanzado.

Metodología

Descripción del sitio de muestreo

Este estudio fue realizado sobre aguas residuales domésticas provenientes de la serie A de las lagunas Piloto de Oxidación de la Universidad del Zulia, en el afluente de la laguna A₁ y en el efluente de la laguna A₃ (Figura 1). Dichas aguas, procedentes del Colector C de HIDROLAGO, al Norte de Maracaibo (Venezuela) presentaron una Demanda Bioquímica de Oxígeno de 150 mg/l; los Sólidos Suspendedos Totales de 154 mg/l; una Demanda Química de Oxígeno de 500 mg/l y un pH de 7,3 [16]. Para el momento del trabajo, las lagunas recibían una carga orgánica de 250 Kg. DBO/Ha/día y el tiempo de residencia en éstas fue de 20 días. Con el efluente de la piscina A₂ (li-

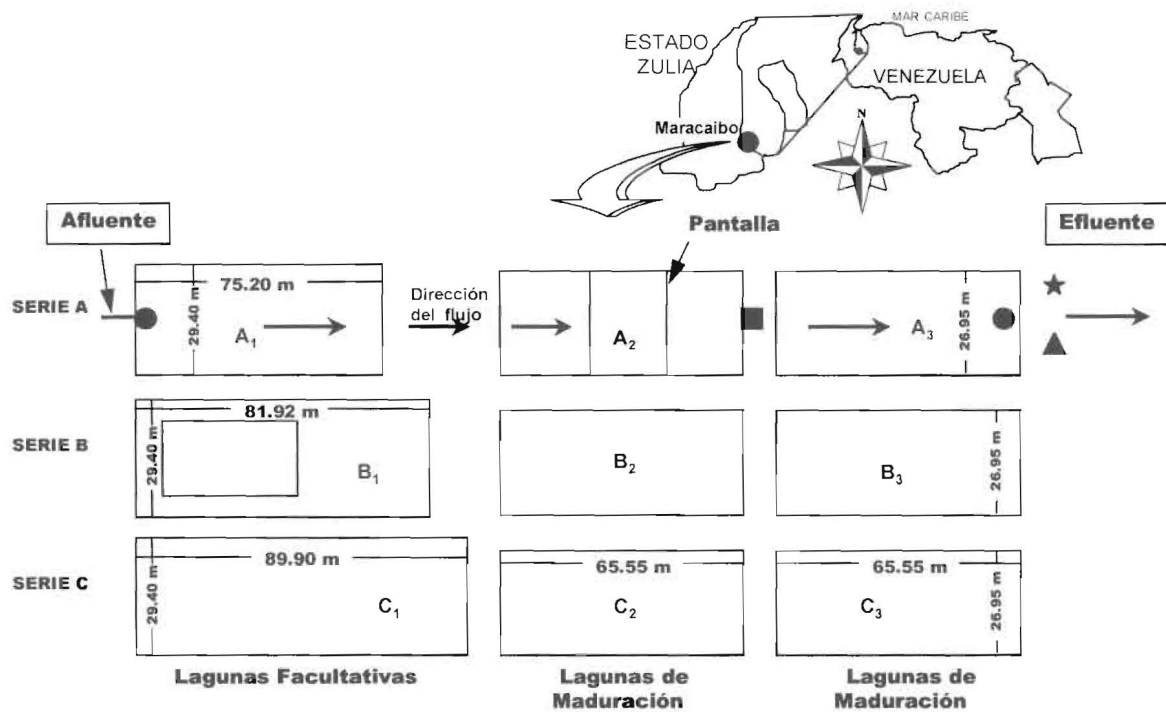


Figura 1. Esquema del Sistema Piloto de Lagunas de Oxidación de la Universidad del Zulia y los sistemas complementarios. ● puntos de muestreo en las piscinas de oxidación. ■ ubicación del tanque con jacintos. ★ ubicación del biopercolador y ▲ el filtro lento de arena.

bre de plantas), se alimentó un tanque de fibra de vidrio (2,0 x 1,0 x 1,0 m) con un 50% de jacintos de agua (*Eichhornia crassipes*), de 1.400 l de capacidad, 0,6 m. de profundidad y un tiempo de residencia de 5 días. El efluente de la laguna A₃ (sin tratamiento de percolación o filtración) fue el surtidor de agua de un filtro de arena lento, de acero (2 mm de espesor) y 1,90 m de altura, constituido por dos secciones, 95 cm (sobrenadante) y 45 cm (medio filtrante), con una carga hidráulica de 50 l/h.m² y un percolador de esferas de arcilla con una carga hidráulica de 0,68 l/seg.m².

Toma de muestra

Se tomó muestra en la entrada y en la salida de cada una de las unidades complementarias de tratamiento y en los puntos señalados en las lagunas de la serie A. Un litro de agua fue colectado con una botella muestreador o directamente. Durante el muestreo imperaron condiciones tropicales, con una temperatura promedio de 27,7°C, una velocidad del viento de 12,3 Km/h y una tasa de evaporación de 2.897 mm/año. Por otro lado, los análisis fisicoquímicos de las aguas en tratamiento mostraron la disminución del Oxígeno Disuelto, la Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno, los Sólidos Suspendidos Totales y la Estabilización del pH a 7,00 [10,11,12,15,16,17].

Procesamiento de las muestras

Las muestras colectadas fueron floculadas, según Ho y col. [18], y concentradas según McNabby y col [19]. El porcentaje de eficiencia en la recuperación de quistes de *Giardia* sp. de este procedimiento fue del 70% en controles positivos [15].

Análisis estadístico

Los cálculos del porcentaje de remoción se realizaron tomando en cuenta el número de quistes encontrados en el afluente y el efluente de cada sistema. Los resultados obtenidos en el estudio fueron procesados usando la prueba para muestras pequeñas "T de Student", con un grado de significancia de $p \leq 0,05$.

Resultados y Discusión

Tratamiento de aguas residuales domésticas en lagunas de oxidación

En este sistema se encontró que los quistes de *Giardia* sp. disminuyeron un 90,9%. Los quistes fueron detectados en un promedio de $1,2 \times 10^4$ quistes/l en los afluentes y $1,6 \times 10^3$ quistes/l en los efluentes (Tabla 1). Esta disminución fue significativa ($p \leq 0,05$). Notándose una acumulación de quistes en la laguna de maduración A₂ [17]. Investigaciones previas mostraron valo-

Tabla 1
Giardia sp. (quistes/ l) en aguas residuales tratadas

	Afluente	Efluente	Rango	Remoción
Lagunas de Oxidación	1,13 X 10 ⁴ 2,50 X 10 ⁴ 0,25 X 10 ⁴	2,50 x 10 ³ 1,25 x 10 ³ 0	0,1 x 10 ³ a 1,2 x 10 ⁴	90,9
Tanque Jacintos	6,30 X 10 ³ 1,38 X 10 ³ 1,50 X 10 ³	0 0 0	0 a 7 x 10 ³	100,0
Filtro Lento	3,00 X 10 ² 1,25 X 10 ² 2,70 X 10 ²	1,90 X 10 ² 0 0	0,60 X 10 ² a 2,00 X 10 ²	78,0
Biopercolador	0,50 X 10 ² 0 0,50 X 10 ²	0,50 X 10 ² 0 0	0,10 X 10 ² a 0,30 X 10 ²	50,0

res similares en la remoción de quistes de *Giardia* sp. [20]. La eficiencia en otros sistemas de lagunas de estabilización, para la remoción de *Giardia* sp. de aguas residuales domésticas fue demostrada por investigaciones donde se ha reportado hasta un 100 % en la reducción de quistes [13,14,21,22]. Sin embargo, factores asociados al funcionamiento de las lagunas, como la resuspensión de lodos fermentados, impidieron que nuestro sistema no haya alcanzado tales valores [13,14,21,22].

Tratamiento de efluentes de la laguna de maduración A₂ con jacintos de agua

Los quistes de *Giardia* sp. fueron removidos totalmente de los efluentes provenientes de la laguna de maduración A₂, tratados con jacintos de agua (*Eichhornia crassipes*), ($p \leq 0,05$). Los quistes fueron detectados sólo en el afluente con un promedio de $7,2 \times 10^3$ quistes/l (Tabla 1). La eficiencia del tratamiento con *Eichhornia crassipes* fue del 100,0% para la remoción de estas estructuras parasitarias (Tabla 1). Salvo cuando se realizó el resembrado de plantas, momento en el cual, la remoción de quistes disminuye entre un 50-70% [15]. Estudios en sistemas similares, demostraron la capacidad de los jacintos de contribuir con la eliminación del 99,9% de indicadores bacterianos, bacterias patógenas y huevos de helmintos [10,11,23]. Así como, de disminuir nitrógeno y fosfatos [24,25]. La investigación realizada demostró que es posible la remoción hasta del 100% de quistes de *Giardia* sp.

Tratamiento de efluentes de la laguna de maduración A₃ con filtro de arena lento y biopercolador de arcilla

Ambos sistemas de tratamiento fueron significativamente efectivos ($p \leq 0,05$) para la reducción de quistes de *Giardia* sp. Los promedios muestran valores de $0,2 \times 10^2$ a $0,6 \times 10^2$ quistes/l (Tabla 1). Sin embargo, ninguno de los dos sistemas logró remover completamente los quistes, encontrándose un rango de remoción entre 50,0% y 78,0%, siendo más efectivo el tratamiento de efluentes de maduración con el filtro de arena lento (Tabla 1). Aunque, el tratamiento de aguas superficiales y residuales con estos procedimientos mostró una alta eficiencia en la remo-

ción de quistes de *Giardia* sp. y bacterias coliformes [26,27,28,29,30,31,32], en los sistemas probados la carga orgánica aplicada en el momento de la prueba no fue adecuada para alcanzar la efectividad mencionada.

En términos generales, en todos estos sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, los procesos que intervienen en la purificación del agua se basaron en la interacción bacterias, algas y nemátodos de vida libre [11,15,30,33]. Así las bacterias degradan la membrana plasmática de los quistes de *Giardia* sp. y participan en otros procesos degradativos [11,15,33]. Por otro lado, los nemátodos se alimentan de quistes y otros agentes patógenos [15,30]. Estos procesos biológicos junto a la sedimentación, luz ultravioleta y otros factores fisicoquímicos disminuyeron y en muchos casos eliminaron quistes de *Giardia* sp. y otros agentes patógenos [11,15,30,33].

Conclusiones

Las Lagunas de Estabilización de la Universidad del Zulia fueron eficientes en la remoción de quistes de *Giardia* sp. presentes en las aguas servidas domésticas.

El sistema complementario que utiliza *Eichhornia crassipes* fue más eficiente en la remoción de quistes de *Giardia* sp. de las aguas servidas domésticas, que los sistemas de filtración con arena o arcilla.

Los sistemas de pulimento implementados incrementan la remoción de *Giardia* sp. en los efluentes de las lagunas de Maduración A₂ y A₃ del sistema piloto de estabilización.

Agradecimientos

Este estudio se realizó gracias al soporte financiero del Convenio LUZ- Fundación Polar y a las asesorías de Lic. Jenny de La Rotta, Dra. Leonor Chacín -Bonilla, Ing. Carmen Cárdenas, Ing. Luisa Saules, Ing. Alberto Trujillo, Lic. Yulaicy Sánchez y Lic. Zulvey Rivero.

Referencias Bibliográficas

1. Meyer E. and Jarrol E.: "Giardiasis". American Journal of Epidemiology, Vol. 111, N° 1 (1980), 1-12.
2. Craun G.: "Surface water supplies and Health". Journal AWWA, Vol. 80, N° 2 (1988), 40-52.
3. Herwalldt B., Craun F., Stokes S. and Juranek D.: "Outbreaks of waterborne disease in the United States: 1989-1990". Journal AWWA, Vol. 84, N° 4 (1992), 129-135.
4. Rose J., Gerba Ch., and Jakubowski W. "Survey of potable water supplies for *Cryptosporidium* and *Giardia*". Environ. Sci. Technol, Vol. 25, N° 8 (1991), 1393-1400.
5. Chacín de Bonilla L., Zea A., Sánchez Y. y Fuenmayor N.: "Prevalencia de *Entamoeba histolytica* y otros parásitos intestinales en una comunidad del distrito Miranda, Edo Zulia". Investigaciones Clínicas, Vol. 28, N° 3 (1987), 117- 131.
6. Chacín de Bonilla L., Bonilla E., Parra A.M., Estevez J., Morales L.M. and Suarez H.: "Prevalence of *Entamoeba histolytica* and other in intestinal parasites in a community from Maracaibo, Venezuela". Annals of Tropical Medicine and Parasitology, Vol. 86, N° 4 (1992), 373-380.
7. Villalobos R.: "Patogenia, clínica, diagnóstico de protozoarios intestinales". (Curso). Actualización de enfermedades infecciosas de importancia en nuestra región. Universidad del Zulia. Maracaibo (Venezuela), 1996.
8. Chango Y. e Iriarte H.: "Enteroparasitosis en alumnos de la escuela básica "Dr. Jesús Ma. Portillo" del Municipio Maracaibo" (Tesis de grado). Universidad del Zulia. Maracaibo (Venezuela), 1996.
9. Arcay L. y Bruzual E.: "Importancia de los ríos y del factor zoonótico de fauna silvestre en la criptosporidiosis humana". XLII Convención Anual de AsoVAC. Universidad Central de Venezuela. Caracas (Venezuela), 1992, 194.
10. Saules L.: "Tratamiento de aguas residuales mediante el uso de *Eichhornia crassipes*". (Tesis de Maestría). Universidad del Zulia. Maracaibo (Venezuela), 1993.
11. Calmen R.: "Efecto de la *Eichhornia crassipes* (jacintos de agua) sobre la eficiencia en la remoción de bacterias en lagunas de maduración". (Tesis de Grado). Universidad del Zulia. Maracaibo (Venezuela), 1994.
12. Guerrero L.: "Tratamiento de aguas residuales mediante filtros lentos de arena". (Tesis de Maestría). Universidad del Zulia. Maracaibo (Venezuela), 1995.
13. Grimason A.M., Smith H.V., Tritai W.N., Smith P.G., Jackson M.H. and Girdwood A.: "Occurrence and removal of *Cryptosporidium* spp. oocysts and *Giardia* spp. cysts in Kenian waste stabilization ponds". Wat. Sci. Tech., Vol. 27, N° 3/4 (1993), 97-104.
14. Sykora J., Sorber C., Jakubowski W., Casson L., Gabaghan P., Shapiro M. and Schott.: "Distribution of *Giardia* sp cysts in wastewater". Wat. Sci. Tech., Vol. 24, N° 2 (1991), 187-192.
15. Pertuz S.: "Influencia de la *Eichhornia crassipes* sobre la remoción de quistes de *Giardia* en aguas residuales provenientes de las lagunas de estabilización de la Universidad del Zulia". (Tesis de Grado). Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), 1996.
16. Bracho M.A.: "Diseño de lagunas Piloto de Estabilización para el tratamiento de aguas servidas y su reutilización posterior con fines de riego". (Tesis de Maestría), Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), 1986.
17. Pertuz S.B., Jiménez N.C., Araujo I.C., Chacín-Bonilla L., Toro G.M., Molleda P. y Herrera L.: "Ocurrencia y remoción de quistes de *Giardia* sp., ooquistes de *Cryptosporidium* sp. y huevos de *Ascaris* sp". (Manuscrito en preparación).
18. Ho B., Tam T., Hutton P. and Yam W.: "Detection and Enumeration of *Giardia* cysts in river water of Hong Kong by flocculation-Percoll/Sucrose Gradient-Immunofluorescence Method. Vol. 31, N° 5-6 (1995), 431-434.
19. McNabb S., Heusel D., Welch D., Heijbel H., Mckee G. and Istre G.: "Comparition of sedimentation and flotation techniques for identification of *Cryptosporidium* sp oocysts in a large outbreak of human diarrhea.

- Journal of Clinical Microbiology, Vol.22, Nº 4 (1985), 587-589.
20. Quintero W., Botero L., Medina Z. Y Oliveros C.: "A study on the prevalence of *Giardia* cysts in stabilisation ponds". Health Related Water Microbiology, Mallorca (Spain), 1996, 106.
 21. Ellis K.V., Rodrigues P.C.C. and Gomez C.L.: "Parasite ova and cysts in waste stabilization ponds". Wat. Res., Vol. 27, Nº 9 (1993), 1495-1460.
 22. Bartone C.: "Reutilización de aguas residuales en las lagunas de estabilización de San Juan de Miraflores. Repercusiones sanitarias, ambientales y socioeconómicas". Bol. of Sanit. Panam, Vol. 101, Nº. 5 (1986), 425-447.
 23. Mandi L., Ouazzani N., Buohoum K. and Boussaid A.: "Wastewater treatment by stabilization ponds with and without macrophytes under arid climate". Wat. Sci. Tech., Vol. 28, Nº 10 (1993), 177-181.
 24. Basseres A. y Pietrasanta Y. "Mechanisms for the purification of effluents with high Nitrogen content by a plant cover of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*)". Wat. Sci. Tech., Vol. 24, Nº 9 (1991), 229-241.
 25. Pradeep K. and Garde R.J.: "Upgrading wastewater treatment by water hyacinth in developing countries". Wat. Sci. Tech. Vol. 22, Nº 7/8 (1990), 153-160.
 26. Ellis K.V.: "Slow sand filtration as a technique for the tertiary treatment of municipal sewages". Wat. Res. Vol. 21, Nº 4 (1987), 403-410.
 27. LeChevallier M., Norton W. and Lee R.: "*Giardia* and *Cryptosporidium* spp in filtered drinking water supplies". Applied and Environmental Microbiology, Vol. 57, Nº 9 (1991), 2617-2621.
 28. Tanner S. and Ongerth J.: "Evaluating the performance of slow sand filters in northern Idaho". Journal AWWA, Vol. 85, Nº 11 (1993), 48-56.
 29. Fogel D., Isacc-Renton J., Guasparini R., Moorehead W. and Ongerth J.: "Removing *Giardia* and *Cryptosporidium* by slow sand filtration". Journal AWWA, Vol. 85, Nº 11 (1993), 77-84.
 30. Shuler P., Ghos H. and Gopalan P.: "Slow sand and diatomaceous earth filtration of cysts and other particulates". Wat. Res., Vol. 25, Nº 8 (1990), 51-56.
 31. Rose J. and Gerba C.I.: "Assessing potential health risks from viruses and parasites in reclaimed water in Arizona and Florida, USA". Wat. Sci. Tech., Vol. 23, Kyoto (1991), 2091-2098.
 32. Lens P., Vochten P., Speleens and Vertraete W.: "Direct treatment of domestic wastewater by percolation over peat, bark and woodchips". Wat. Res., Vol. 28, Nº 1 (1994), 17-26.
 33. Dend Y. and Cliver D.: "Degradation of *Giardia lamblia* cysts in mixed human and swine wastes". Applied and Environmental Microbiology, Vol. 58, Nº 8 (1994), 2368-2374.

Recibido el 10 de Septiembre de 1996
En forma revisada el 1º de Junio de 1998