

## ACCIÓN DEPURADORA DE ALGUNAS PLANTAS ACUÁTICAS SOBRE LAS AGUAS RESIDUALES

Rodríguez Pérez de Agreda Celia<sup>1\*</sup>, Díaz Marrero Miguel<sup>2</sup>, Guerra Díaz Luis<sup>2</sup>, Hernández de Armas Julia María<sup>2</sup>

1 Centro de Investigaciones Hidráulicas. Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría" (ISPJAE). Calle 127 s/n Carretera del Central "Manuel Martínez Prieto". Ciudad de La Habana, Cuba.

2 Facultad de Ingeniería Química. Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría"(ISPJAE). Ciudad de La Habana, Cuba.

### RESUMEN

En este trabajo se presenta un estudio comparativo acerca de la capacidad depuradora de cinco plantas acuáticas flotantes sobre las aguas residuales. Para analizar el efecto depurador de las plantas se trabajó además con controles (sin plantas) los cuales funcionaron como lagunas de estabilización.

Los resultados obtenidos demuestran que mediante el uso de estas plantas se pueden obtener buenas eficiencias en la remoción de los contaminantes más comunes de las aguas residuales domésticas, siendo significativo las remociones en carga de nitrógeno entre 7 y 38 kg de NTK/Ha.d y cargas de fósforo entre 0,9 y 13 kg de Pt/Ha.d, observándose que el tamaño de la planta así como su sistema radicular influyen en la remoción de contaminantes.

Las plantas utilizadas presentan velocidades de crecimiento entre 123 y 487 g/m<sup>2</sup>.d (peso húmedo), con un contenido de proteínas entre 25 y 30% (base seca).

**Palabras claves** : aguas residuales, tratamiento de aguas residuales, plantas acuáticas, jacinto de agua y lemna

### INTRODUCCIÓN

La depuración de aguas residuales es una necesidad imperiosa de la sociedad moderna debido al peligro que significan estas aguas. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo los métodos convencionales para su tratamiento son impracticables, debido a sus altos costos de operación y mantenimiento, de aquí la necesidad de buscar métodos de bajo costo en los que pueda obtenerse algún subproducto.

Los sistemas de tratamiento acuáticos son una variante adecuada para la depuración de estas aguas (Tchobanoglous G. 1987; Rodríguez C. *et al* 1992). En ellos las plantas acuáticas funcionan como filtros biológicos removiendo sustancias tanto biodegradables como no biodegradables, nutrientes, sustancias tóxicas y microorganismos patógenos (Lord R.1982). Estos sistemas aunque son de bajo costo han sido desarrollados fundamentalmente en países desarrollados debido a la calidad de los efluentes obtenidos (Tchobanoglous G. 1986; Kawai H. *et al* 1987; Oron G. 1989).

Por otra parte las plantas cosechadas en los sistemas de tratamiento pueden ser utilizadas en la alimentación animal y en la producción de biogas, entre otras alternativas (Reddy K R and Sutton D 1984; Oron G. *et al* 1987; Rodríguez C. *et al* 1995a; Rodríguez C. *et al* 1995b).

En este trabajo se presentan de forma resumida algunos de los resultados obtenidos al comparar la capacidad depuradora de cinco plantas acuáticas : jacinto de agua, lemna, pistia, salvinia, azolla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se realizaron a nivel de planta piloto la cual se encuentra ubicada en áreas del Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría". Los estanques utilizados como lagunas o lagunas con plantas presentaron las siguientes dimensiones: 0.74m de ancho superior, 0.51m de ancho inferior, 1.50m de largo y 0.56m de profundidad, siendo el área superficial de 1.11m<sup>2</sup> y el volumen de 0.47m<sup>3</sup> para una profundidad efectiva de 0.50m de profundidad. A estos estanques se les suministraban de forma continua las aguas residuales provenientes de una comunidad cercana; dichas aguas eran previamente bombeadas a unos tanques almacenadores a partir de los cuales se alimentaban los estanques.

Las muestras de agua fueron tomadas a la entrada y la salida de cada estanque, después que cada sistema se encontraba en el estado estacionario. A estas muestras se les determinaron según los Métodos Standart (1985) : DBO, NTK, PT, SST y Coliformes Fecales (CF), estas tres últimas pruebas no se les realizaron a todas las muestras. A las plantas cosechadas se les determinó humedad y nitrógeno.

La velocidad de crecimiento de las plantas se determinó semanalmente por diferencia de pesada, manteniendo las siguientes densidades de las plantas : jacinto de agua (5 kg/m<sup>2</sup>), lemna (1 kg/m<sup>2</sup>), pistia (5 kg/m<sup>2</sup>), salvinia (2 kg/m<sup>2</sup>) y azolla (1,7 kg/m<sup>2</sup>).

Las pruebas de digestibilidad de las plantas se realizaron en cerdos en crecimientos, sustituyéndose el 20% de la proteína de la dieta por la de plantas, estas pruebas se realizaron en el Instituto de Investigaciones Porcinas.

## RESULTADOS DE DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que mediante el uso de plantas acuáticas flotantes se pueden lograr buenas eficiencias en la remoción de los contaminantes más comunes de las aguas residuales domésticas, siendo el jacinto de agua la planta más eficiente, lográndose remociones de hasta 70% en DBO con cargas orgánicas de 510 kg/m<sup>2</sup>.d y tan solo 1día de tiempo de retención, mientras la azolla fue la de menor eficiencia. (Tabla No.1)

Tabla No.1 : Remoción de Contaminantes por las Plantas o Lagunas

PLANTA	CO	TR	DBO		NTK		PT		SST		CF	
			A	E	A	E	A	E	A	E	A	E
Salvinia	97	4	94	22	29	13						
Pistia	97	4	94	18	29	8						
Azolla	61	6,2	92	28	21	10	2	0,8				
Lemna	61	6,2	92	27	21	7	2	0,8				
Azolla	116	3,1	87	41	24	15	3	2,1				
Lemna	116	3,1	87	34	24	16	3	1,9				
Laguna	200	3	141	*23	29	*13	5	*2,6	209	129	1,1x10 <sup>7</sup>	2,9x10 <sup>5</sup>
Jacinto	200	3	141	15	29	8	5	1,2	209	35	1,1x10 <sup>7</sup>	1,3x10 <sup>5</sup>
Laguna	340	1,5	120	*36	24	*17	4	*2,2	96	200		
Jacinto	340	1,5	120	16	24	14	4	1,5	96	32		
Laguna	510	1	121	*43	25	*16	6	*2,9	92	121	1,1x10 <sup>7</sup>	2,5x10 <sup>6</sup>
Jacinto	510	1	121	36	25	15	6	2,4	92	12	1,7x10 <sup>7</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>

Leyenda : CO = carga orgánica (kg DBO/Ha.d)  
 TR = tiempo de retención (días)  
 DBO = demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)  
 NTK = nitrógeno total Kjeldal (mg/l)

SST = sólidos suspendidos totales (mg/l)  
 CF = coliformes fecales (NMP/100 ml)  
 \* = parte soluble del efluente  
 A = afluente E = efluente

Otro aspecto analizado fue la producción de biomasa de plantas (Tabla No.2). Como se puede apreciar, para las condiciones climáticas de Cuba se obtienen altas velocidades de crecimiento para todas las plantas estudiadas, pudiéndose lograr además altos rendimientos en proteínas (en base al nitrógeno).

Tabla No. 2 : Características de las Plantas estudiadas

PLANTAS	HUMEDAD (%)	PROTEÍNA (%) (peso seco)	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (g/m <sup>2</sup> -d) (peso húmedo)	RENDIMIENTO (T/Ha.año) (peso húmedo)	
				Proteína	Planta
Jacinto	95	25	487	22	88
Salvinia	96	26	181	82	33
Pistia	95	27	290	13,2	53
Lemna	95	30	123	6,6	22
Azolla	95	29	178	9,3	32

Para evaluar la posibilidad de utilización de las plantas cosechadas en los sistemas de tratamiento se realizó un estudio de la digestibilidad en cerdos, siendo las plantas estudiadas : jacinto de agua, lemna y azolla. Los resultados demuestran que estas plantas pueden ser utilizadas como complemento de la dieta de los animales, siendo la azolla la planta que presentó los mejores resultados seguida por la lemna y por último el jacinto de agua. (Tabla No.3).

Tabla No.3 : Digestibilidad prececal en cerdos en crecimiento

	DIGESTIBILIDAD	
	Materia Orgánica	Nitrógeno
Bazal	82,8	70,8
Azolla	79,9	65,1
Lemna	76,9	63,7
Jacinto de Agua	73,9	51,2

## CONCLUSIONES

Las plantas acuáticas son una buena alternativa para la depuración de las aguas residuales domésticas, pudiéndose eliminar cargas de nitrógeno entre 7 y 38 kg de NTK/Ha.d y cargas de fósforo entre 0,9 y 13 kg de PT/Ha.d, observándose además que existe relación entre la remoción de contaminantes y el tamaño de las plantas así como su sistema radicular.

Las plantas crecidas en estos sistemas de tratamiento presentan altas velocidades de crecimiento y valores de proteína entre 25 y 30% (base seca).

La azolla y la lemna son las plantas que presentan las mayores posibilidades como suplemento en la alimentación animal.

## REFERENCIAS

- Kawai H. *et al* (1987) Pilot-Scale Experiments in water hyacinth lagoon for wastewater treatment. *Wat. Sci. Tech* **19**, 129 - 173.
- Lord R.D (1982) Uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. Serie bibliográfica, C.P.E.H.S., OPS, OMS.
- Oron G. *et al* (1987) Performance of duckweed species *lemna gibba* on municipal wastewater for effluent renovation and protein production. *Biotech and Bioeng* **29**, 258 - 268.
- Oron G. and Willers H. (1989) Effect of waste quality on treatment efficiency with duckweed. *Wat. Sci. Tech* **21**, 639 - 645.
- Reedy K.R. and Sutton D. (1984) Water Hyacinth for water quality improvement and biomass production. *J.Env.Qual* **13**, 1, 1 - 8.
- Rodríguez C. *et al* (1992) Determinación de los parámetros de operación de canales para la depuración de las aguas residuales mediante el jacinto de agua. Informe Técnico a la Academia de Ciencias de Cuba.
- Rodríguez C. *et al* (1995a) Biogas and Biomass production in swine waste treatment. In Earth Conference on Biomass for Energy, Development and the Environment . Ciudad de La Habana, Cuba.
- Rodríguez C. y Montalvo S (1995b) Evaluation of Biogas Potential Production from water hyacinth. In Earth Conference on Biomass for Energy, Development and the Environment. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1985) 13 Ed. APHA and AWWA
- Tchobanoglous G. *et al* (1986) Evaluation and Performance of City of San Diego Pilot Scale. Aquatic wastewater treatment systems using water hyacinth. In 60th Annual Conference of the WPCF, Philadelphia. PA.
- Tchobanoglous G. (1987) Aquatic plant systems for wastewater treatment: Engineering consideration. In Aquatic Plants for water treatment and resource. Recovery, Orlando F.L. p.p 1031

## CURRICULUM VITAE

Celia Rodríguez Pérez de Agreda. Graduada en 1972 como Licenciada en Bioquímica en la Universidad de La Habana. Trabajó hasta 1981 como investigadora en la rama de virología en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas. Desde 1981 hasta la fecha trabaja como investigadora en el Cento de Investigaciones Hidráulicas perteneciente al Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría", es especialista en Tratamiento de Aguas Residuales y desde 1989 trabaja en el tema del Tratamiento de la Aguas Residuales mediante Plantas Acuáticas, aplicados a los residuales domésticos y porcinos. Ha publicado más de 25 artículos en revistas e informes técnicos y presentado más de 35 ponencias en eventos sobre tratamiento de aguas residuales, ha impartido cursos de pre y posgrado en este tema.