

CULTIVO DE MICROALGAS EN EDAR LA HOYA

Autores: Consuelo Egea, M^a Teresa Perez

PALABRAS CLAVE: Depuradora, microalgas, sostenibilidad, nutrientes,

RESUMEN

Aguas de Lorca es una empresa que gestiona el ciclo integral del agua en el municipio de Lorca. De las instalaciones que gestiona, la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de La Hoya es la más grande del municipio con 90.000 habitantes equivalentes. Aguas de Lorca, consciente de que todas las actividades deben desarrollarse de forma respetuosa con el medioambiente, adquiere unos compromisos en materia de eficiencia energética y energías renovables, potenciando a su vez las iniciativas en I+D+i. Es por ello que en el 2013, comienza a realizar cultivos de microalgas (*Chlorella*) utilizando como medio de cultivo agua procedente de EDAR La Hoya. Con estos cultivos se comprobó la eficacia de estas microalgas en la eliminación de nutrientes tales como nitrógeno, fósforo y DQO, demostrando que puede ser una alternativa a la depuración de las aguas residuales y también como tratamiento terciario logrando aguas depuradas con parámetros dentro de los límites según autorización de vertido.

INTRODUCCIÓN

El empleo de las microalgas para la depuración de aguas residuales ha sido objeto de estudio durante las últimas décadas por su capacidad de eliminar nitrógeno y fósforo del agua. De hecho se ha demostrado que en la eliminación de fósforo pueden ser tan eficientes como el tratamiento químico tradicional.

Asimismo hay numerosos estudios centrados en el secuestro del CO₂ por parte de las microalgas las cuales pueden fijarlo con una eficiencia entre 10 y 50 veces mejor que las plantas terrestres.

Las microalgas son microorganismos unicelulares capaces de realizar la fotosíntesis, es decir, son capaces de generar biomasa orgánica a partir de CO₂ y luz, usando el agua como dador de electrones y oxidándola a O₂.

En cuanto a su composición, son ricas en proteínas y antioxidantes y contienen ácidos grasos poliinsaturados.

Por todo ello, el cultivo de microalgas ha suscitado interés, por su capacidad para combatir el efecto invernadero (eliminar el CO₂ de corrientes gaseosas industriales), para la eliminación de nutrientes en aguas, para la obtención de productos de valor añadido y principalmente como fuente alternativa a los combustibles fósiles (producción de biodiesel, biometano, biohidrógeno y bioetano).

Dentro de las microalgas destaca *Chlorella* por su capacidad de eliminar nutrientes del agua por lo que se desarrolla en medios ricos en nutrientes. Además es conocida por ser una de las microalgas de más rápido crecimiento.

En 2013, Aguas de Lorca comenzó a cultivar la microalga *Chlorella* en la EDAR La Hoya con el objetivo de depurar aguas residuales reales. Para ello se realizaron diversos cultivos a nivel laboratorio utilizando el agua primaria (agua residual después de pasar por el pretratamiento) y agua secundaria (agua tratada previo al tratamiento terciario).

Los cultivos se realizaron en medio libre y fijadas sobre un soporte sólido. El motivo de realizar cultivos fijos era el de optimizar el volumen ya que uno de los problemas en producir microalgas a gran escala es el gran espacio que se requiere para su cultivo.

Otro tema de estudio son los posibles usos que se le puede dar a la biomasa algal obtenida en estos tipos de cultivos.

Debido a que la microalga *Chlorella* es muy rica en proteínas (51% - 55%), lípidos (14% - 22%) y en hidratos de carbono (12% - 17%), hay estudios que indican que la biomasa algal obtenida a partir de la depuración de aguas residuales se puede utilizar para la codigestión de lodos en digestores anaerobios con el objeto de aumentar la producción de biogás.

OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es el lograr la depuración de aguas procedentes de una EDAR, con microalgas y buscar la forma más eficiente para su cultivo con el fin de poder implantarlo en pequeñas instalaciones.

DESCRIPCIÓN DE EDAR LA HOYA

La EDAR La Hoya es la instalación de mayor tamaño de Aguas de Lorca que trata las aguas residuales de Lorca, La Hoya y las del polígono industrial mediante un proceso de fangos activos de doble etapa (A-B) con un caudal de diseño de 20.000 m³/día.

El tratamiento consta de un pretratamiento seguido de una doble etapa Biológica (A-B). El agua que sale de la etapa A, es un agua primaria (agua todavía sin depurar y con alto contenido en nitrógeno y fósforo) y el de la etapa B (proceso donde se da la nitrificación – desnitrificación) es un agua secundaria con un bajo contenido en nitrógeno y fosforo. A continuación se encuentra el tratamiento terciario donde se termina de depurar el agua secundaria por decantación lamelar y filtros de arena y con desinfección por dosificación de hipoclorito y radiación u.v. El agua una vez tratada, va hacia una balsa propiedad de la Comunidad de Regantes.

En cuanto a los lodos generados en cada etapa, estos son espesados y digeridos en un digestor anaerobio con un volumen útil de 6079 m³. Finalmente los lodos son deshidratados mediante centrifugas con adición de polielectrolito.

En la etapa de la digestión anaerobia de lodos se genera biogás que puede ser utilizado para alimentar a las calderas o a un motogenerador para la producción de energía eléctrica que es aprovechada por la propia EDAR.



Figura 1. Vista aérea de EDAR La Hoya

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS CON MICROALGAS

A continuación se describen los distintos trabajos realizados en EDAR La Hoya con microalgas.

- En el 2013 se comenzó a cultivar *Chlorella*, utilizando en un principio agua del secundario de EDAR La Hoya. Se hicieron dos tipos de cultivos, uno controlando la luz y la temperatura y otro con ciclos de luz-oscuridad y con temperatura no constante. Con estos cultivos se quería estudiar el crecimiento de las microalgas en este tipo de agua y el grado de eliminación de nutrientes. Estos estudios se hicieron a nivel laboratorio.



Figura 2. Cultivo de microalga con luz y T^a controladas.

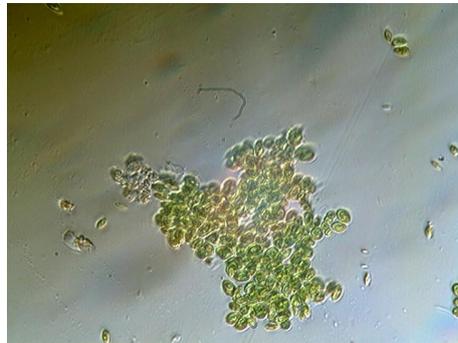


Figura 3. Agrupación de Chlorellas.

- Para el estudio de su crecimiento se realizaron mediciones de clorofila a y de feofitinas. De esta forma se pudo sacar curvas de crecimiento y se vió que su óptimo crecimiento estaba entre el tercer y cuarto día y que el mayor crecimiento se daba en los cultivos con luz continua.

Cultivo con luz continua

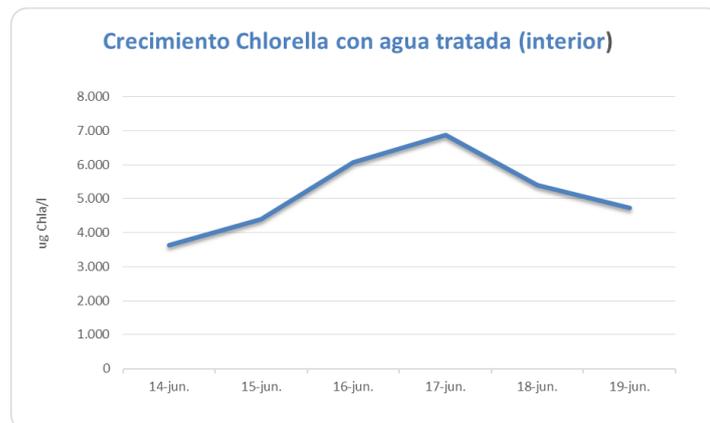


Figura 4. Crecimiento Chlorella con agua tratada en interior

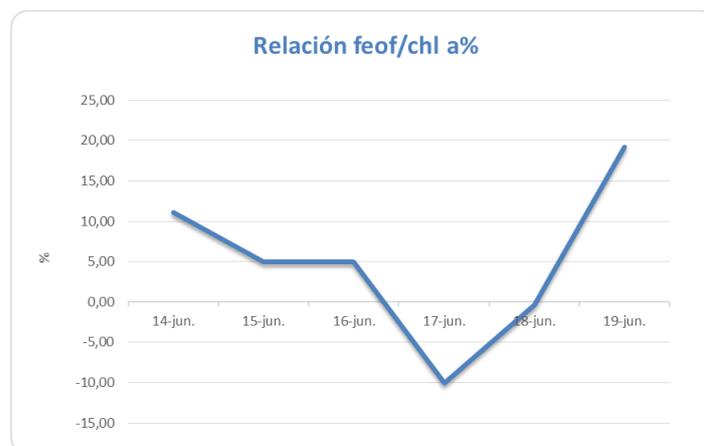


Figura 5. Relación feofitinas/chlorella.

Cultivo con ciclos de luz-oscuridad

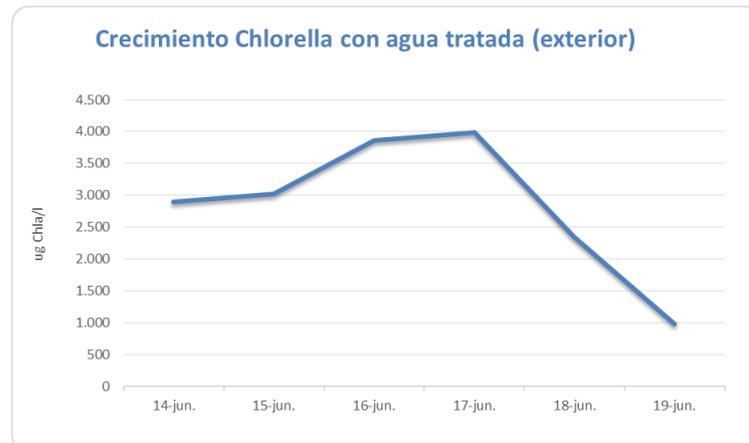


Figura 6. Crecimiento Chlorella con agua tratada en exterior.



Figura 7. Relación feofitinas/chlorella.

- En cuanto a los rendimientos de eliminación de nutrientes se demostró que eliminaban eficazmente el amonio, nitratos y fósforo, obteniéndose rendimientos de eliminación superiores al 90% para el amonio, nitratos y fósforo.

Parámetro	Agua Tratada	Tratada con algas	% Reducción
N-NH ₄ (mg/L)	22	< 1	> 95%
N-NO ₃ (mg/L)	4,7	0,2	96%
N.T (mg/L)	36	< 5	> 86%
P.T (mg/L)	3,3	0,3	91%

Figura 8. Rendimientos de eliminación con agua secundaria.

- A continuación se hicieron cultivos utilizando agua primaria de la EDAR La Hoya y agua tratada de la EDARi de Curtidos. En estos casos también se vió un buen crecimiento con ambas aguas y buenos rendimientos de eliminación de nutrientes.

Parámetro	Agua Primaria	Tratada con algas	% Reducción
N-NH ₄ (mg/L)	86	< 1	> 99%
N-NO ₃ (mg/L)	0,3	25	-
N.T (mg/L)	100	42	58%
P.T (mg/L)	8	1,1	86%
DQO (mg/L)	700	70	90%

Figura 9. Rendimientos de eliminación con agua primaria.

Parámetro	Agua Tratada EDARi Curtidos	Tratada con algas	% Reducción
N-NH ₄ (mg/L)	2,8	0,5	82%
N-NO ₃ (mg/L)	88	16	82%
N.T (mg/L)	96	32	67%
P.T (mg/L)	5,7	0,4	93%

Figura 10. Rendimientos de eliminación con agua tratada de la EDARi curtidos.

Con estos resultados se demostró que la depuración de las aguas residuales con la microalga *Chlorella* es posible incluyendo también aguas con origen industrial. Por tanto las microalgas pueden ser consideradas como una alternativa para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones o como un post-tratamiento

En el 2015 se han hecho estudios de co-digestión junto con CETENMA, donde se ha demostrado la viabilidad de utilizar la biomasa algal para hacer codigestión con fangos de una EDAR, y en la que se favorece la producción de biogás.

Actualmente se sigue trabajando con las microalgas pero haciendolas crecer sobre soportes sólidos. Con ello se pretende aumentar la cantidad de microalga por volumen de bioreactor y facilitar la separación de las microalgas al final.



Figura 11. Soporte sólido con microalga (izq) y en estado original (drcha).



Figura 12. Cultivo con microalgas fijadas.

Los rendimientos de eliminación en estos cultivos son similares a los que son en medio libre.

Los siguientes pasos están encaminados en el desarrollo de un fotorreactor con soportes sólidos, con el objetivo de poder implantarlo en pequeñas instalaciones y continuar con los estudios a una mayor escala.



Figura 13. Prototipo de fotorreactor con soportes sólidos.

CONCLUSIONES

La utilización de las microalgas como sistema para depurar aguas residuales o como tratamiento final de las aguas es posible, logrando altos rendimientos de eliminación de nutrientes.

Estos sistema de depuración tienen la ventaja de que además de eliminar nutrientes del agua, pueden purificar a la vez ciertas corrientes de aire (Ej: gases de escape de motores) ya que necesitan captar CO_2 del ambiente para su crecimiento. También se ha demostrado que el residuo de masa algal que se obtiene, puede utilizarse para co-digestión de lodos y favorecer la producción de biogás.

También es posible fijar las microalgas sobre soportes sólidos obteniendo igualmente buenos rendimientos de eliminación de nutrientes. La gran ventaja de estos cultivos es la facilidad para separar las microalgas y la optimización del tamaño de los fotorreactores.

REFERENCIAS

- *Evaluation of Electro-Coagulation–Flocculation for Harvesting Marine and Freshwater Microalgae.* Dries Vandamme,¹ Sandra Cláudia Vieira Pontes, Koen Goiris, Imogen Foubert, Luc Jozef Jan Pinoy,^{2,4} y Koenraad Muylaert¹ Received 22 January 2011; revision received 7 April 2011; accepted 28 April 2011

- *Puesta en marcha de un cultivo de microalgas para la eliminación de nutrientes de un agua residual urbana previamente tratada anaeróbicamente.* Master Universitario en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Autor: Ana Ruiz Martínez

- *Respuestas biológicas de Scenedesmus ovalternus y Chlorella vulgaris inmovilizadas en alginato de calcio, ante diferentes concentraciones de nutrientes en condiciones de laboratorio. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá Colombia, 2014.*