

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE MICROORGANISMOS EN EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES LIQUIDOS DE LA INDUSTRIA DE HARINA DE PESCADO

Raúl Pizarro, Scila Reátegui, Juan Arroyo, Dolores Rivera, Inés Delmas

Facultad de Química e Ing. Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú.

Resumen

El estudio tuvo por finalidad realizar el tratamiento del agua de bombeo en la industria de harina de pescado. Mediante la adición de microorganismos y en presencia de sulfato férrico se logra desestabilizar el sistema, logrando que una solución acuosa "drene" hacia la parte inferior, flotando las partículas sólidas, libre de agua. Dicho comportamiento probablemente se deba a la destrucción de las sustancias que se encuentran en las diferentes interfases, cuando son consumidas por los microorganismos. El sulfato férrico, además de dar el medio ácido para la reproducción de los microorganismos aporta también cargas positivas al sistema.

Palabras clave: Tratamiento de efluentes, Biorremediación de efluentes, Tratamiento biotecnológico de efluentes.

Abstract

The study consists of the treatment of the pumping water of fish flour industry. The addition of microorganisms in presence of ferric sulphate is managed to destabilize the system, obtaining that a watery solution "drains" towards the inferior part, floating solid free water particles. This behavior probably is due to the destruction of the substances that are in the different interphases when they are consumed by the microorganisms. The ferric sulfato, besides to give average acid for the reproduction of the microorganisms also contributes positive charges to the system which interacts with the acuatic system.

Keywords: Treatment of effluents, Bioremediation of effluents, biotechnological Treatment of effluents.

I. INTRODUCCIÓN

Una de las principales actividades del sector pesquero es la producción de harina de pescado. Esta genera residuos que no son adecuadamente aprovechados y que por el contrario produce efluentes que llevan carga de sangre, trozos de pescado y otros desechos orgánicos como componentes del agua de proceso y transporte; los cuales forman una mezcla muy homogénea y que al ser arrojada directamente al mar produce severos daños al ambiente marino. La descontaminación de los efluentes pasa por la separación de la materia orgánica, proceso nada fácil debido a que el sistema incluye un alto porcentaje de material sólido, con presencia de grasa y soluciones acuosas saladas que contienen proteínas y aminoácidos disueltos que estabilizan la suspensión. Una de las formas de separar, sobretodo los componentes sólidos, es desestabilizando la suspensión mediante

la adición de floculantes ó sustancias que permitan la separación de la porción sólida. Sin embargo, debido a la heterogeneidad de los componentes de la mezcla, los sólidos que se separan cuando se rompe la suspensión deben aglomerarse en forma estable en un tiempo relativamente rápido y los sólidos extraídos deben ser incluidos en el proceso de producción de la harina de pescado. Al respecto, la biotecnología, proceso natural donde diferentes materiales son transformados en sustancias menos tóxicas por los microorganismos que existen en forma natural y que pueden ser selectivamente adaptados por su habilidad de utilizar diferentes tipos de sustancias como sustrato, incluyendo las toxinas, ha encontrado formas de acelerar y mejorar la efectividad de la separación.

En el presente trabajo se busca diferenciar el tratamiento químico respecto del microbiológico, en el proceso de remediación

de efluentes de la industria de harina de pescado. Para este propósito se han elegido tres empresas de la Industria de Harina de Pescado, ubicadas en Huacho y Chimbote, donde se han muestreado en épocas de ausencia de veda.

El procedimiento a seguir considera la optimización de las condiciones que favorezcan la desestabilización del sistema; tales como la presencia de nutrientes, estabilizadores de pH y carga eléctrica; etc., factores que permiten una adecuada separación. El sistema en estudio es sensible a los cambios de pH y la presencia de especies con carga eléctrica. El tratamiento químico consistió en la adición de sulfato férrico como floculante y en el método biotecnológico se utilizaron dos tipos de microorganismos: *Lactobacillus acidophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*.

El propósito en ambos casos fue lograr la desestabilización del sistema a fin de que la parte de los componentes sólidos se separen de la parte acuosa, de este modo lograr que el agua quede libre de contaminantes orgánicos y otras sustancias sólidas insolubles.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo del efluente se realizó en el punto llamado "caja de registro" de tres empresas de la Industria de Harina de Pescado, ubicadas en Huacho y Chimbote. El agua de bombeo, tratada mediante procesos de filtración y flotación, es una suspensión muy estable de color marrón claro, con fuerte olor a sulfuros, algo viscosa y a 18°C tiene pH 6.3. La muestra cruda (tal cual fue recibida) y otra diluida fueron sometidas tanto a la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), como a la determinación de sólidos solubles e

insolubles; mientras que en la tratada para su desestabilización y separación del componente acuoso respecto de la porción sólida; se hicieron las mismas evaluaciones pero sólo a la parte acuosa; ésto debido a que es la porción que será eliminada al mar.

Los ensayos conducentes a la ruptura de la estabilidad de la mezcla se realizaron en un rango de pH de 3.5 a 5.5, condición en la que al añadir una solución de sulfato férrico al 0.3% dio lugar a un proceso lento de flotación de los componentes sólidos de la mezcla sobre la porción acuosa. La inestabilidad de las interfases de este sistema dificulta su manejo posterior, debido a que fácilmente se mezclan nuevamente los componentes que fueron separados. Los ensayos con microorganismos, al añadir una población de 6,000UFC (Unidades Formadoras de Colonia)/L, se realizaron en muestras de agua de bombeo ácidas (pH 3.5–5.5) conteniendo volúmenes diferentes de soluciones de sulfato férrico al 0.3% en peso y a temperatura ambiente de 24°C. Con la presencia de los *Lactobacillus* en la mezcla el tiempo de separación disminuye, observándose que el "drenaje" de la solución acuosa hacia la parte inferior deja flotar al material sólido en forma más consolidada y libre de agua.

III. RESULTADOS

En base a los objetivos del presente estudio, los resultados que se reportan están referidos a la evaluación del efluente tal como fue muestreado y diluyéndolo; así como de la parte acuosa que fue "drenada" al añadir, en un caso el floculante inorgánico (sulfato férrico) y en el otro caso cuando se adicionaron los microorganismos, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

3.1 Análisis de los sólidos solubles e insolubles en muestra cruda

Muestra	Concentración (Por litro de Muestra)	Sólidos Solubles (g/l)	Sólidos Insolubles (g/l)	Sólidos Totales (g/l)
Cruda (Sin Floculante)	—	22.1	30.3	52.4
+ Floculante Inorgánico	0.3%	60.8	37.9	98.7
+ Floculante Inorgánico	0.3%			
+ <i>Lactobacillus acidophilus</i>	6,000 UFC	23.0	31.4	54.4
+ <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	6,000 UFC			

3.2 Análisis de la demanda bioquímica de oxígeno

Muestra	Concentración (Por litro de Muestra)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (ppm)
Cruda (Sin Floculante)	—	6940
+ Floculante Inorgánico	0.3%	3395
+ Floculante Inorgánico	0.3%	3277
+ <i>Lactobacillus acidophilus</i>	6,000 UFC	
+ <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	6,000 UFC	

3.3 Análisis de los sólidos en la muestra diluida

Muestra	Concentración (Por litro de Muestra)	Sólidos Solubles (g/l)	Sólidos Insolubles (g/l)	Sólidos Totales (g/l)
Cruda (Sin Floculante)	—	176.02	40.63	216.65
+ Floculante Inorgánico	0.3%	93.85	3.10	96.95
+ Floculante Inorgánico	0.3%	72.97	7.57	80.54
+ <i>Lactobacillus acidophilus</i>	6,000 UFC			
+ <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	6,000 UFC			

3.4 Análisis de la demanda bioquímica de oxígeno en la muestra diluida

Muestra	Concentración (Por litro de Muestra)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (ppm)
Cruda (Sin Floculante)	—	2091
+ Floculante Inorgánico	0.15%	468
+ Floculante Inorgánico	0.15%	442
+ <i>Lactobacillus acidophilus</i>	3,000 UFC	
+ <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	3,000 UFC	

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los efluentes de la industria de harina de pescado, materia de estudio, son considerados agentes de contaminación por tratarse de suspensiones muy estables que contienen porcentajes altos de materia orgánica sólida y en solución. El aspecto principal considerado como objetivo ha sido el de lograr desestabilizar la uniformidad de la mezcla para que se produzca la separación de los materiales que contaminan al agua, que en grandes volúmenes constituye uno de los componentes de la suspensión. Al ser ésta una mezcla homogénea que se descompone fácilmente requiere que el tratamiento para el

“drenaje” del agua proceda en forma inmediata y en un tiempo relativamente corto. El medio ácido y la presencia de un floculante, como el sulfato férrico, son insuficientes para que el sistema buscado sea el más adecuado para lograr la separación de los componentes, al desestabilizarse la mezcla estudiada. Esto ocurre porque se genera un sistema donde la interfase formada es destruida con facilidad, favoreciendo la incorporación de las fases. Sin embargo, al añadir microorganismos, en presencia de sulfato férrico, se logra no sólo desestabilizar el sistema, sino también que una solución acuosa “drene” hacia la parte inferior en un tiempo relativamente corto, dejando flotar al material sólido en

forma más consolidada y libre de agua. Dicho comportamiento probablemente se debe a la destrucción de sustancias orgánicas solubles en agua, que actúan como sustancias anfífilas interaccionando en las interfases de los diferentes componentes de la mezcla; cuando son consumidas por los microorganismos. El sulfato férrico, por su parte, además de dar el medio ácido para la reproducción de los microorganismos, aporta también cargas positivas al sistema neutralizando a las partículas sólidas que se cargan negativamente debido al contacto con el agua. Los resultados muestran que la demanda bioquímica de oxígeno se reduce a un 47% respecto de la muestra cruda, así mismo el contenido de sólidos se ven afectados por el ingreso de floculante el cual incrementa su concentración, y a su vez supera en un 3% al tratamiento con sulfato ferroso.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ♦ La "coalescencia" de las gotitas de agua se produce debido a la desaparición de las moléculas anfífilas ubicadas en las interfases de los componentes de la suspensión.
 - ♦ Es necesario la adición de sulfato férrico porque las cargas positivas que aporta neutralizan a las cargas negativas de las partículas sólidas.
 - ♦ La separación de los componentes es favorecida por la diferencia de densidades entre los sólidos "empaquetados" y la solución acuosa sobre la que flotan.
 - ♦ Con la finalidad de establecer la doble función del floculante, es necesario determinar su concentración mínima requerida.
- ♦ Se deben realizar ensayos que nos permitan conocer la forma correcta de adicionar el floculante inorgánico y las cepas de bacterias.
 - ♦ Se recomienda realizar los ensayos a nivel piloto, para el ajuste de los parámetros que intervienen en este proceso biotecnológico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pizarro, R., Reátegui, S., Rivera D., Delmás, I. y Mori, L. "Tratamiento de Efluentes Líquidos en la Industria de Harina de Pescado", Revista Peruana de Química e Ingeniería Química, Mayo 2001, N° 1, Lima – Perú.
2. Pizarro R., Salas G., "Diseño de un Sistema de Flotación por Aire Disuelto de Efluentes Líquidos a Nivel de Laboratorio", Rev. Per. Quím. Ing. Quím., Setiembre 2000, N° 01, Lima – Perú.
3. Bertola, N., Palladino, L., Bevilacqua A., Zaritzky, N., "Determinación Experimental de Parámetros de Diseño de un Sistema de Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Industriales", IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente, CIMA 97 Internacional, Caracas-Venezuela, 8 al 11 de diciembre de 1997.
4. Martí, M., Aspé, E., "Tratamiento No Convencional de las Aguas de Descarga y Efluentes Líquidos de la Industria Procesadora de Recursos Marinos", Asociación de Industriales Pesqueros, VIII Región, Chile, 1989 – 1992.
5. Martí, M., Aspé, E. "Tratamiento Primario de Efluentes de la Industria Pesquera, en la VIII Región", ONUDI, US/CHI/90-284, 1992 – 1993.