

DEGRADACION DE AIRE CONTAMINADO POR COMPUESTOS ORGANICOS

Erika L. Santoyo Ordoñez^{(1) *}, Beatriz E. Lizama Soberanis⁽¹⁾,
Octavio Vázquez Arriaga⁽²⁾, Perla C. Luna Carbajal⁽²⁾ y Sergio Arredondo Huitrón⁽²⁾

(1) Facultad de Química, UAEM

(2) Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

INTRODUCCIÓN



MX0100232

El aire se contamina preferentemente en las áreas urbano-industriales. Las principales fuentes de contaminación del aire se clasifican en fijas y móviles, las primeras comprenden las emisiones procedentes de procesos industriales y las segundas son las emisiones de los vehículos de combustión interna. El aire se contamina también aunque en menor grado por sustancias provenientes del suelo y de las aguas.

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-010-STPS-1994 se han establecido concentraciones de límites máximos permisibles en aire laboral para el estireno en el rango de 420 - 1710 mg/m³ y para el xileno entre 218 - 870 mg/m³.

La biofiltración es la degradación por oxidación microbiana de gases orgánicos e inorgánicos volátiles como contaminantes del medio ambiente de muchos procesos industriales químicos. Los biofiltros contienen soportes sólidos porosos distribuidos en un sistema en forma de chimenea dentro de una columna. Los flujos del aire contaminado pasan a través del soporte y los contaminantes

son absorbidos por esta superficie, llevándose a cabo el proceso de degradación microbiana.

La eficiencia de degradación de los biofiltros está determinada en fracción de segundos cuando entra el aire contaminado.

La biofiltración de gases orgánicos a tenido hoy en día una amplia aceptación, dado que los gases son más biodegradables que los líquidos y sólidos, por su dispersión molecular.

En este trabajo se estudia un tratamiento biológico (biofiltración) para aire contaminado por xileno y estireno en donde los microorganismos están adheridos a una fibra sintética, estos degradan a los compuestos orgánicos que pasan en estado gaseoso y son mineralizados a CO₂ y H₂O.

Las características de los parámetros de temperatura, pH, concentración de compuesto orgánico y minerales, así como, la cantidad de biomasa, han sido optimizadas para que la eficiencia de los biofiltros sea mayor a la que se ha reportado en otros trabajos.⁽¹⁻⁹⁾

METODOLOGÍA

a) Instalación de los biofiltros

Se utilizaron 4 bioreactores; dos son utilizados para estireno (uno como referencia en ausencia de bacterias) y dos para xileno de la misma forma que el estireno.

Se suministró el aire con una bomba mecánica, pasándolo por un filtro de carbón para evitar el ingreso de cualquier contaminante, con un rotámetro se midió el flujo y este se estableció entre 75 a 95 mL/min., para tener una concentración del compuesto orgánico de 100 a 10,000 mg/m³.

Para mantener a las bacterias en un ambiente adecuado se humedece el aire colocando un burbujeador en cada dosificador controlando la temperatura del agua entre 20 y 30° C. Se colocaron 4 dosificadores, cada uno con un vial de 10 mL de capacidad y se le adicionaron 3 mL del compuesto orgánico respectivo para ser arrastrado al bioreactor.

Los bioreactores se empacaron con fibra sintética, a dos de ellos (xileno y estireno) se le agregó 1g de biomasa bacteriana

A dos matraces se les agregaron 200 mL de medio mínimo, el cual actúa como nutriente para las bacterias y por medio de una bomba peristáltica se hizo circular a una velocidad de 2 mL/min hacia el bioreactor.

En un microscopio electrónico de alto vacío se comprobó que las bacterias están adheridas a la fibra sintética.

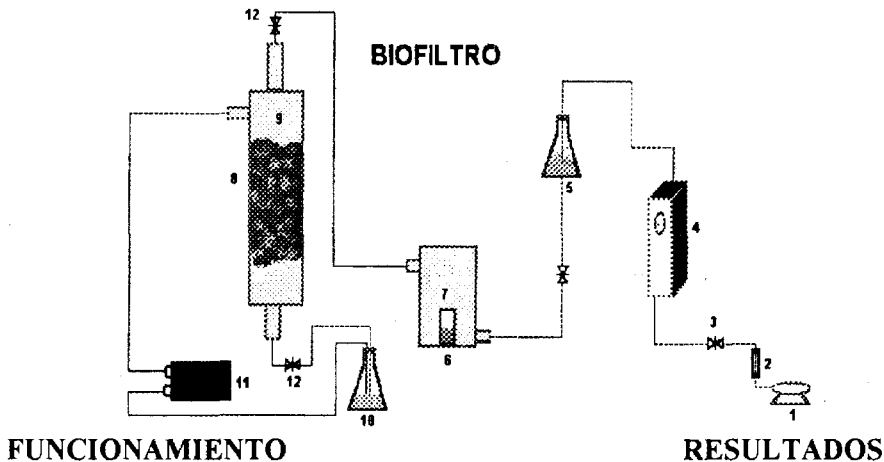
b) Toma de muestra

Las muestras se tomaron por duplicado tanto a la entrada como a la salida del bioreactor, en globos de 250 mL, la etapa experimental se realizó con una duración de 120 días comprendiendo del 2 de Junio al 2 de Agosto de 1999.

c) Análisis cromatográfico

Las muestras se analizaron por duplicado y por series de cuatro, inyectando 1 mL de cada una de ellas en un Cromatógrafo de Gases, equipado con detectores de ionización de flama y una columna de 2 m de longitud, empacada con 10% de AT-1000 sobre Chromosorb W, AW (80/100), a una temperatura de 105°C para el estireno y de 85°C para el xileno, utilizando como gas acarreador nitrógeno y para la flama del detector se utilizó aire e hidrógeno.

La concentración promedio de las muestras fue menor a 250 mg/m³ (aproximadamente 80 ppm) y se determinó a una sensibilidad del detector a 64×10^{-11} afs.



El aire se suministra a través de una bomba (1), pasa por un filtro de carbón para eliminar cualquier compuesto orgánico (2), el flujo se controla a través de una llave de paso fino (3), se mide el flujo del aire por medio de un rotámetro (4), se humedece el aire en un burbujeador entre 20 y 30°C (5), el aire es introducido a un dosificador (6), el aire se contamina con un compuesto orgánico ya sea estireno o xileno (7), se introduce al bioreactor la mezcla de aire-xenobiótico (8); los microorganismos son inmovilizados en una fibra polimérica (9), se suministran nutrientes a base de un medio mínimo inorgánico (10), el medio circula a través de una bomba peristáltica (11), las muestras son tomadas a la entrada y salida del bioreactor (12)

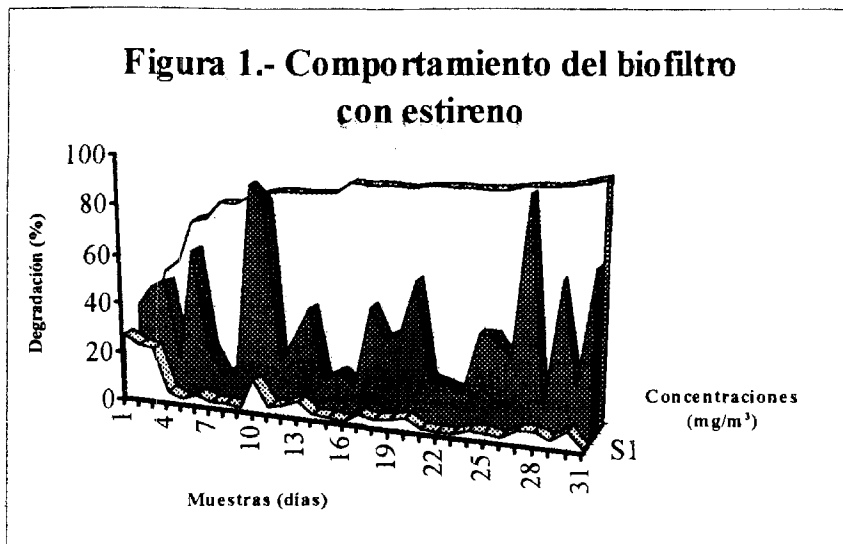
Se analizaron 3 muestras por semana durante los meses de Junio a Agosto de 1999.

Las concentraciones de las muestras de entrada y salida del biofiltro fueron obtenidas en base a las curvas de calibración de cada uno de los compuestos las cuales están reportadas en mg/m³.

Los porcentajes de degradación se reportan para el estireno en la Figura 1, donde se observa que el intervalo comprende de 63.863 - 97.885% y dió una eficiencia promedio de 85.23%. Así mismo, para el xileno (Figura 2) se observa que el intervalo es de 25.571 - 97.831% y su eficiencia promedio fue de 82.74%.

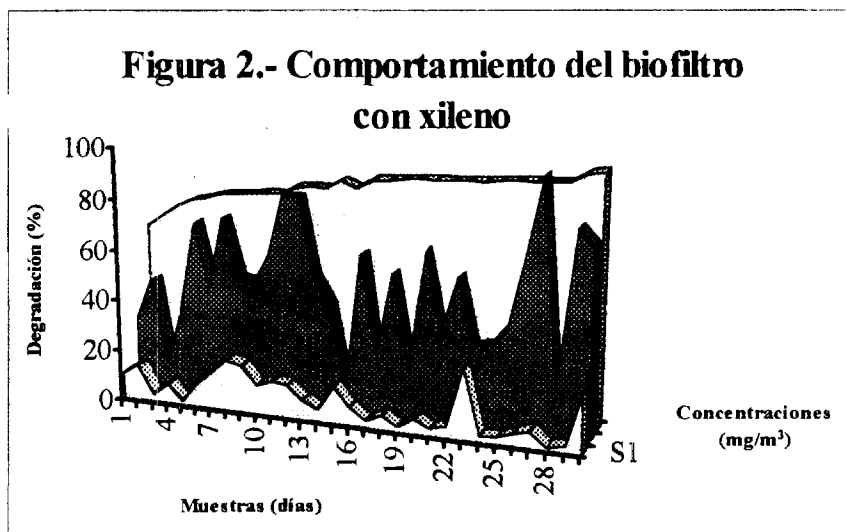
RESULTADOS DE LA DEGRADACION DE ESTIRENO

Concentración (mg/m ³)		Degradación
Entrada	Salida	%
29.4	10.6	63.863
44.75	14.14	68.404
11.595	3.223	72.203
32.54	8.01	75.389
69.02	1.632	76.358
44.9	9.65	78.532
71.96	15.01	79.151
48.65	20.2	79.166
47.16	18.64	80.229
58.9	11.6	80.413
82.6	13.7	83.435
82.6	13.2	84.049
51.9	8.2	84.185
41.5	5.2	87.425
9.77	14.6	85.062
62.43	7.09	88.636
24.3	2.6	89.145
56.5	5.8	89.767
20.8	2.1	90.345
65.8	6.2	90.801
34.66	3.22	90.725
57.4	5.1	91.175
31.93	27.9	91.269
33.1	2.6	92.179
40.75	3.09	92.412
67.6	5.1	92.497
97.6	7.1	92.727
20.3	1.4	93.151
79.26	2.64	96.675
73.25	23.1	97.885



RESULTADOS DE LA DEGRADACION DE XILENO

Concentración (mg/m ³)		Degradación
Entrada	Salida	%
36.019	26.809	25.571
43.8	22.9	47.659
45.8	21.9	52.3295
14.31	4.41	69.196
59.9	1.73	71.194
20.56	4.61	77.593
10.03	2.24	77.705
12.122	2.303	81.004
88.489	1.5461	82.527
82.2	13.5	83.601
17.697	2.829	84.014
28.618	4.539	84.173
41.04	6.41	84.354
12.62	1.89	85.036
15.987	1.711	89.301
11.184	1.217	89.117
44.08	4.77	89.313
31.645	3.421	89.189
35.03	3.73	89.342
55.92	5.59	90.001
17.24	1.65	90.457
15.871	1.48	90.673
13.32	1.23	90.741
37.501	3.421	90.877
37.5	3.289	91.228
29.441	2.138	92.737
92.76	5.92	93.617
10.066	6.25	93.791
61.381	3.289	94.641
20.855	7.89	96.214
66.711	1.447	97.831



CONCLUSIONES

- Las concentraciones experimentales se establecieron de acuerdo a los niveles máximos permisibles reportados en la NOM - 010 - STPS - 1994. Dando la degradación promedio para el estireno del 85.23% y para el xileno 82.74%. Por lo que se recomienda el método como una alternativa técnica-económica para ser empleada a nivel piloto en el sector industrial.

- Los valores experimentales obtenidos demuestran una eficiencia de degradación mayor a la reportada en otros estudios.

SUGERENCIAS

Hacer pruebas con diferentes soportes porosos con la finalidad de que su inmovilización mejore las eficiencias de degradación.

Estudiar la degradación de la cepa bacteriana en una mezcla de compuestos orgánicos (solventes).

BIBLIOGRAFÍA

1. Bezborodov A.M, Rogozhin I.S, and Usahakova "Optimization of Microbiological Technology for Purification of Industrially Polluted Air from a Mixture of Benzene, Toluene, and Xylenes"; Applied Biochemistry and Microbiology, Vol. 34 No. 3, pag. 240 - 244, 1998.
2. Laurenzis A., Heits H. and Werner U "Continuous Biological Waste Gas Treatment in Stirred Trickle - Bed Reactor with Discontinuous Removal of Biomass", Biotechnology and bioengineering, Vol.57 No. 4 pag. 497 - 503, , 1998.
3. Calderón F. E., Luna C. P., Vázquez A. O., y Arredondo H. S. "Determinación de la degradación de estireno y

benceno en sistemas de biofiltración con células bacterianas inmovilizadas en polímeros", VII Congreso Científico y Tecnológico ININ-SUTIN, 1 al 5 de Diciembre de 1997 , pag.416-420.

4. Luna C. P., Calderón F. E., Vázquez A. O., y Arredondo H. S. "Cepas bacterianas degradadoras de contaminantes químicos aisladas del medio ambiente", VII Congreso Científico y Tecnológico ININ-SUTIN, 1 al 5 de Diciembre de 1997 , pag. 221-226.
5. Zuber L., Dunn I., Deshusses M. A "Comparative Scale-up and Cost Estimation of a Biological Trickle Filter and a Three-phase Airlift Bioreactor for the removal of Methylene Chloride from Polluted Air", Journal of the Air and Waste Management Association, Vol. 47, pag. 969 - 975, 1997.
6. Lith Van C., Leson G. and Michelsen R. "Evaluating Design Options for Biofilters", Journal of the Air and Waste Management Association, Vol. 47, pag. 37 - 48, 1997.
7. Warhurst M. and Fewson A. "Microbial metabolism and biotransformations of styrene", Journal of Applied Bacteriology Vol. 77, pag. 597 - 606, 1997.
8. Bhon H. "Consider Biofiltration for Decontaminating Gases", Chemical Engineering Progress, Vol. 34, pag. 34 -40, 1992.
9. 9. NOM - STPS - 1994 "Diario Oficial de la Federación", 8 de Julio de 1994, Méx.

* Este trabajo forma parte del proyecto del Departamento de Biología de la Gerencia de Ciencias Básicas del ININ y es parte de la tesis de licenciatura de la Facultad de Química de la UAEM.