

PURIFICACIÓN DE AIRE EN AMBIENTES INTERIORES UTILIZANDO PINTURAS FOTOCATALÍTICAS Y LUZ VISIBLE

Barros Eugenia^{AB}, Bertoni Graciana^{AB}, Díaz Guillermina^{AC}

^A*Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química INTEC-UNL-CONICET*

^B*Facultad de Ingeniería Química UNL*

^C*Facultad de Ingeniería y Cs. Hídricas UNL*

Área: Ingeniería
Sub-Área: Ambiental
Grupo: X

Palabras clave: descontaminación, fotocatalisis, pinturas.

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire en ambientes interiores impacta significativamente sobre la salud humana debido a que las personas permanecen la mayor parte del tiempo en estos lugares. Diversos contaminantes orgánicos e inorgánicos son emitidos constantemente en habitaciones cerradas, por lo que es importante removerlos para mejorar la calidad del aire interior, y de esta manera prevenir problemas de salud como los descritos por la Organización Mundial de la Salud (Centro de Prensa de la OMS, 2016). La fotocatalisis heterogénea empleando dióxido de titanio (TiO_2) como catalizador ha sido estudiada por varias décadas y ha mostrado ser un método eficiente para la purificación tanto de aire como de agua (Paz, 2010).

OBJETIVOS

El objetivo del presente resumen es detallar el estudio realizado de la degradación de un contaminante aéreo típico de ambientes interiores (acetaldehído), aplicando pinturas fotocatalíticas y luz visible en un dispositivo escala banco que simula el comportamiento de estos ambientes. Además, se evalúa el efecto de los principales parámetros de operación sobre la reacción fotocatalítica.

METODOLOGÍA

Pintura fotocatalítica

La pintura se formuló solo con los componentes básicos de un recubrimiento similar utilizado por Águia y col. (2011). De esta manera se buscó minimizar el efecto que los compuestos no elementales pudiesen tener en la reacción de degradación de acetaldehído. La condición de esta simplificación fue que el producto final siguiese cumpliendo con las características que presentan las pinturas normales. Finalmente la formulación de la pintura fue: agua (30% p/p), CaCO_3 - carga (18% p/p),

Proyecto: CAI+D 2011 Jóvenes Investigadores: Mejoramiento de la calidad de aire de ambientes interiores utilizando fotocatalisis con luz visible
Director del proyecto: María de los Milagros Ballari
Director del becario/tesista: María de los Milagros Ballari

TiO₂ - pigmento (18% p/p), resina polimérica (33.5% p/p) y dispersante (0.5% p/p). Una vez elaborada la pintura, se aplicó con un aerógrafo un volumen de 3 mL a papeles blancos de 50×30 cm² y 2 mL a papeles de 35×30 cm², dejándose secar por 24 horas. Luego se las irradió con lámparas de luz visible y con circulación de aire durante un período aproximado de 12 horas, de manera que los compuestos no fotocatalíticos que rodeaban a las partículas de TiO₂ se degradasen, permitiendo que, en instancias posteriores, pudiese actuar el fotocatalizador con el contaminante aéreo.

Disposición experimental

La reacción fotocatalítica se llevó a cabo en un reactor de acero inoxidable tipo cámara a escala banco, de dimensiones 50×35×30 cm³, simulando el espacio de una habitación real. Al mismo se le recubrieron las paredes con los papeles blancos con la pintura fotocatalítica depositada, y el piso con un papel negro sin pintura. En el centro de la cámara se colocó un pequeño ventilador conectado a fuente directa que permitió un mayor mezclado del aire. El reactor se irradió con cinco lámparas fluorescentes (18 W) de luz visible dispuestas en la parte superior de manera longitudinal.

La cámara se cierra herméticamente, mediante un sistema de prensas, con un acrílico que permite el paso de la radiación tanto en el espectro visible como en el UV. Para la variación de la radiación incidente, se utilizaron telas metálicas de diferentes números de malla. El flujo de radiación, medido con radiómetro, para el 100% del nivel de irradiación varía entre 18.5 y 33.2 W/m², dependiendo de la posición con respecto a las paredes y el piso.

Al fotorreactor ingresa acetaldehído gaseoso estabilizado en nitrógeno, mezclado con aire para alcanzar la concentración de entrada deseada del contaminante.

La **Figura 1** muestra el sistema experimental utilizado, detallando las conexiones entre cada uno de sus componentes.

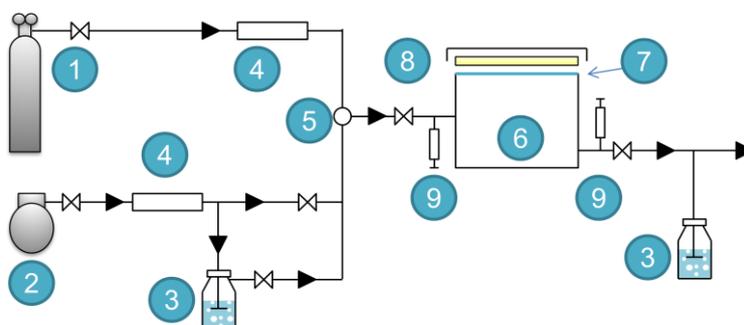


Figura 1: Esquema del sistema experimental utilizado. 1) Acetaldehído estabilizado en N₂ (300 ppm). 2) Compresor. 3) Lavador de gases. 4) Controlador de masa. 5) Sensor de temperatura y humedad relativa. 6) Reactor 7) Acrílico. 8) Fuentes de luz visible. 9) Toma de muestra.

Corridas experimentales

Los factores tenidos en cuenta para la manipulación de las condiciones de operación fueron la humedad relativa, concentración inicial del contaminante, caudal de circulación de aire y nivel de radiación. Para dichos factores, se establecieron valores mínimos y máximos a emplear: humedad relativa entre 30 y 70 %; irradiancia entre 20 y 100 %; caudal entre 0 y 5 L/min. Para la concentración de acetaldehído se establecieron los valores de 2.5 y 5 ppm.

Se utilizó la metodología D Optimal para determinar las combinaciones de los factores con el fin de evaluar su incidencia en la reacción de degradación, resultando en 22 corridas experimentales. Los resultados experimentales fueron ajustados a través de la Metodología de Superficies de Respuesta (MSR) aplicando un modelo exponencial. En cuanto a la operación del dispositivo experimental, el llenado del reactor se controló con toma de muestras a la entrada y salida hasta constatar que las concentraciones en ambas eran similares. En la mayoría de las experiencias esto se logró después de aproximadamente una hora y media. Luego de esto, se iluminó el reactor con las lámparas fluorescentes, lo que dio comienzo a la reacción fotocatalítica. Se tomaron muestras a la salida del reactor cada 10 minutos, y a la entrada cada 60 minutos, de manera de asegurar que la concentración del contaminante a la entrada del reactor se mantenía. A los 200 minutos se apagaron las luces, cesando de esta forma la reacción. Se estableció este tiempo como representativo del estado estacionario para las experiencias realizadas en modo de operación continua.

La concentración del contaminante y los intermediarios de la reacción se analizaron empleando un cromatógrafo de gases con detector de ionización de llama (FID), realizando una inyección directa de la muestra de gas.

RESULTADOS

Según Sauer y Ollis (1996), el camino de degradación de acetaldehído se puede asumir como: Acetaldehído \rightarrow Formaldehído \rightarrow Ácido Fórmico \rightarrow CO₂

El típico resultado obtenido durante una corrida experimental es que cuando las luces se encienden, la concentración de acetaldehído comienza a disminuir hasta alcanzar un valor estacionario, mientras que se generan los intermediarios de reacción. En las experiencias realizadas se determinó la presencia de formaldehído mientras que no se pudo constatar la de ácido fórmico.

Para la radiación se registró que a medida que aumenta, la degradación es mayor, como se puede ver en la **Figura 2a**. Lo contrario ocurre con la humedad como está representado en la **Figura 2b**, ya que el valor óptimo de ésta para la degradación de acetaldehído se encuentra en el mínimo posible.

Con respecto al caudal de circulación, se observó que se logra una degradación sustancial de acetaldehído en condiciones batch (Caudal = 0 L/min), donde se proporciona mayor tiempo de contacto entre el aire del interior de la cámara y la superficie fotocatalítica. En la **Figura 2c** se ilustra la vinculación entre los diferentes caudales y el porcentaje de degradación de acetaldehído.

Para el factor de concentración del contaminante no se registraron diferencias significativas en los resultados, por lo que se deduce que es el menos determinante. Esto se evidencia en las figuras mencionadas, donde se observa que las curvas para las dos concentraciones no difieren significativamente entre sí.

CONCLUSIONES

Mediante la utilización de un diseño experimental se pudo evaluar la incidencia de la humedad relativa, la concentración inicial del contaminante, el caudal de circulación y la radiación incidente sobre la reacción de degradación de acetaldehído, llevada a cabo en un fotorreactor tipo cámara recubierto con pintura fotocatalítica e irradiado con luz visible.

Se observó que la concentración de entrada no tiene casi influencia en el comportamiento de la reacción, mientras que la humedad y la radiación son factores

determinantes.

Por otro lado, bajo ciertas condiciones, se logró una significativa degradación de acetaldehído con la pintura fotocatalítica elaborada, con lo cual se podría pensar en la aplicación de esta tecnología para la purificación de aire a mayor escala.

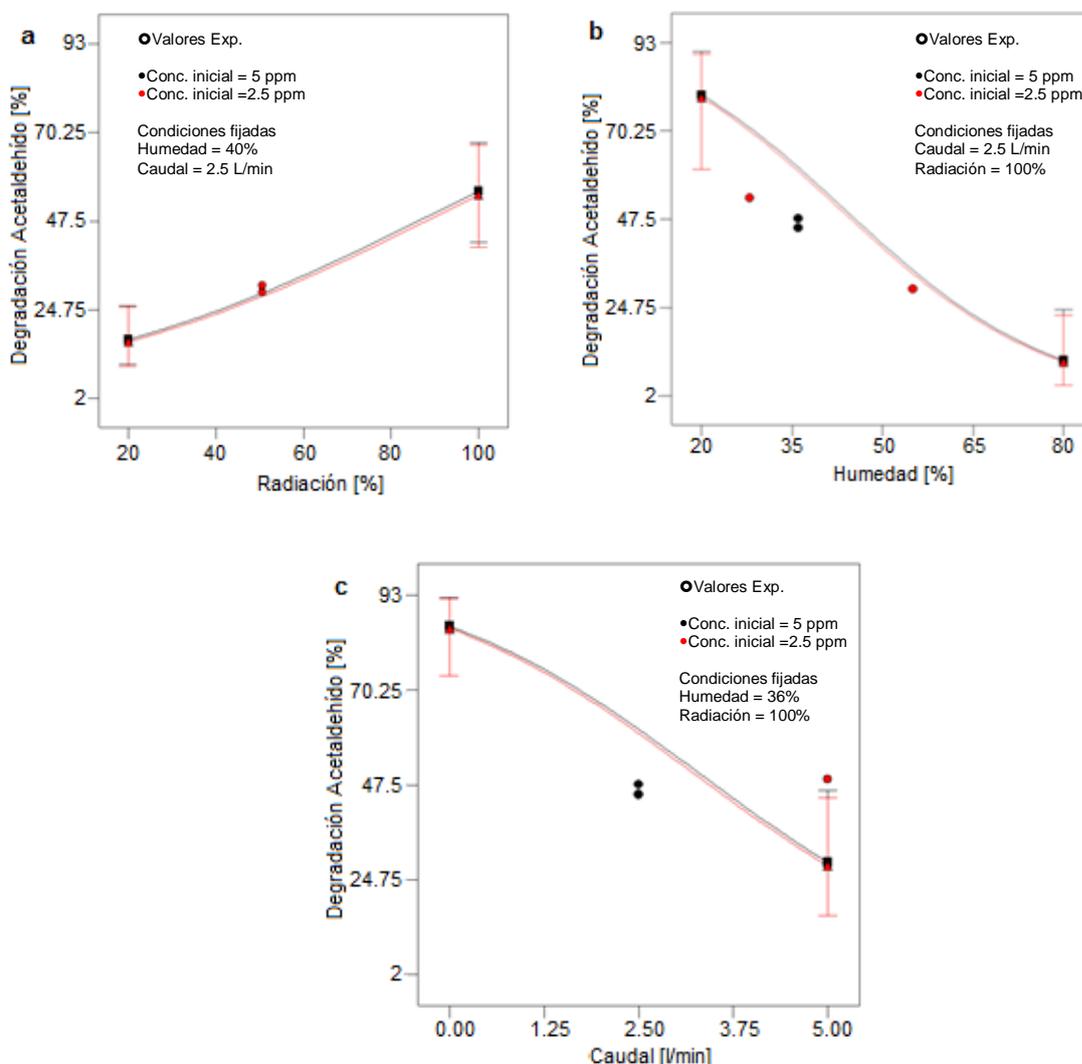


Figura 2: Datos experimentales (puntos) y modelo (líneas continuas) del porcentaje de degradación de acetaldehído vs.: a) Flujo de radiación, b) Humedad relativa y c) Caudal

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Águia, C., Ângelo, J., Madeira, L.M. & Mendes, A., 2011. Influence of paint components on photoactivity of P₂₅titanium toward NO abatement. *Polymer Degradation & Stability*, 96, 898-906.
- Centro de Prensa de la Organización Mundial de la Salud, 2016. Contaminación del aire de interiores y salud. Nota descriptiva N°292, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/es/>
- Sauer, M., Ollis, D.F., 1996. Photocatalyzed oxidation of ethanol and acetaldehyde in humidified air, *Journal of Catalysis* 158, 570-582.
- Paz, Yaron, 2010. Application of TiO₂ photocatalysis for air treatment: Patents' overview, *Applied Catalysis B: Environmental* 99, 448-460.