

Desarrollo de fotocatalizadores elaborados a partir de TiO_2 , urea y nitrato de plata, para la degradación de azul de metileno.

Gerardo Alfredo Medina Díaz, primer semestre de la licenciatura en Ingeniería Química¹; Ana Yensune Nakase Huerta, primer semestre de la licenciatura en Ingeniería Química^{2,*}; Edgar Daniel Cotoc León, primer semestre de la licenciatura en Ingeniería Química³ Mariana Morales Hernández, primer semestre de la licenciatura en Ingeniería Química⁴
¹Universidad Iberoamericana Puebla, México, geralfredomedi@gmail.com; ^{2,*} Universidad Iberoamericana Puebla, México, yensi_nh@hotmail.com; ³Universidad Iberoamericana Puebla, México, manyhrdz10@gmail.com; ⁴Universidad Iberoamericana Puebla, México, edc2019leon@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es determinar la eficiencia de fotocatalizadores elaborados a partir de TiO_2 , urea y nitrato de plata, para la degradación de azul de metileno en una solución acuosa. Se prepararon 5 fotocatalizadores tomando como base TiO_2 , manteniendo la misma cantidad. El primer fotocatalizador contenía TiO_2 y agua, el segundo TiO_2 , agua y urea, el tercero, cuarto y el quinto contaban con TiO_2 , agua, urea y nitrato de plata, variando la concentración de cada uno de ellos. Se trabajó con 5 muestras, de 1000 mL, una vez tratadas se procedió a medir su absorbancia, para determinar las nuevas concentraciones y las eficiencias de los fotocatalizadores. Se concluye que los más eficientes fueron el segundo que contenía 1000 mg de urea y 15 mL de agua, y el quinto con 1000 mg de TiO_2 , 1000 mg de urea, 200 mg de nitrato de plata y 15 mL de agua destilada, las eficiencias obtenidas fueron 95.8 y 97.7% respectivamente. Se recomienda llevar a cabo experimentos en los que la luz solar sea investigada más a fondo.

Palabras clave: Fotocatalizadores, colorantes, azul de metileno, TiO_2 , Urea, Nitrato de Plata, absorbancia.

Introducción

En México, la distribución geográfica del agua y de la población no coinciden. El volumen de agua renovable per cápita es de 4,028 m³ por habitante por año, sin embargo, existen diferencias: en la zona centro-norte se concentra 27 % de la población y se cuenta con 32% del agua renovable; en cambio, en la sur con el 68% del agua del país y se asienta 23% de la población. La mala calidad del agua superficial limita su aprovechamiento, el 22.7% del agua superficial se encuentra contaminada. La cobertura nacional de agua potable es 91.6 %, en zonas urbanas es de 95.4 % y en rurales es de 78.8%. Sólo 47.5% de las aguas residuales recibe tratamiento, y sólo un porcentaje reducido cumple con las normas de calidad de las descargas. En el estado de Puebla el 92% del agua superficial se encuentra contaminada [1]. La Comisión Nacional del Agua informó que, de los 107 ríos, arroyos, lagunas, presas o zonas de descarga, 8 están libres de contaminantes, los cuales se encuentran en semáforo verde; en amarillo han sido clasificados 11 debido a que se encontraron coliformes fecales, mientras que en rojo están 88 porque presentan niveles inaceptables en demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales, entre otros. La industria textil es una de las mayores consumidoras de agua, donde las

aguas residuales que se generan contienen contaminantes, entre los que destacan los colorantes, se estima que el 30% se pierden debido a ineficiencias del proceso de teñido, los cuales no pueden removerse con los métodos convencionales, debido a su origen y a las estructuras complejas que presentan se ha reportado que el tiempo de vida media del colorante azul 19 es de 46 años [2]. El objetivo del presente trabajo es determinar la eficiencia de fotocatalizadores elaborados a partir de TiO_2 , urea y nitrato de plata, para la degradación de azul de metileno en una solución acuosa.

El empleo de fotocatalizadores soportados sobre un sustrato provee una alternativa para suprimir, sin embargo, además del transporte de materia hacia reactivos o productos, reacciones superficiales y de transferencia de carga, pueden limitar la velocidad de fotodegradación. [3].

Metodología

Con el objetivo de determinar la eficiencia se procedió a generar los datos de una curva de calibración de azul de metileno para poder comparar las variaciones al final. Para la preparación del fotocatalizador se procedió de la siguiente manera: se prepararon 5 fotocatalizadores donde la base de estos fue el TiO_2 (grado alimenticio, granel) ya que se mantuvo en las mismas cantidades siempre, esto es

1000 mg. Todos los fotocatalizadores contenían agua buscando que funcionara como agente diluyente, la concentración siempre se mantuvo a 15g. El primer fotocatalizador solo contenía TiO₂ y agua, el segundo una mezcla de TiO₂, agua y urea, el tercero, cuarto y el quinto contaban con TiO₂, agua, Urea (Meyer, grado técnico) y nitrato de plata (Fermont, reactivo analítico), variando la concentración de cada uno de ellos. A continuación, se muestra una tabla en la que se observa la composición de cada uno de ellos.

Tabla 1. Cantidades de sustancias para cada fotocatalizador.

TiO ₂	Urea	Nitrato de plata	Agua destilada
1000 mg	-	-	15 ml
1000 mg	1000 mg	-	15 ml
1000 mg	1000 mg	50 mg	15 ml
1000 mg	1000 mg	100 mg	15 ml
1000 mg	1000 mg	200 mg	15 ml

Posteriormente las soluciones se agitaron durante 15 minutos, a continuación, se pasaron a tubos falcón, y se dispersaron en el baño ultrasónico por 20 minutos. En seguida las soluciones fueron vaciadas en crisoles para ser calentadas por 5 minutos a 70 °C para reducir el choque térmico. Después los crisoles fueron colocados en una mufla a 800 °C para llevar a cabo una calcinación, por un tiempo de 15 minutos. Luego se recuperó el polvo generado en los crisoles.

Con la intención de evaluar la eficiencia de los fotocatalizadores se prepararon 5 soluciones de azul de metileno en matraces aforados de 1L, a las cuales se les determinó su absorbancia. A continuación, se tomó una muestra de 250 mg, de cada uno de los fotocatalizadores, y se adicionaron a cada solución de azul de metileno. En seguida la solución se mezcló durante 10 minutos en una parrilla de agitación, después la mezcla se colocó en un baño ultrasónico por 20 minutos. Con el propósito de activar el fotocatalizador se le aplicó luz solar durante 4 horas, por un par de días y se mantuvo en constante agitación a través de una bomba de aire. Finalmente se tomaron muestras de cada una de las soluciones ya tratadas y se les midió la de absorbancia en un espectrofotómetro.

Resultados

En relación a la curva de calibración esta fue elaborada a partir de 5 soluciones, las cuales contenían las siguientes concentraciones de azul de metileno: 2, 3, 4, 5 y 6 ppm, a las que se les midió su absorbancia. A continuación, se presenta la tabla con las absorbancias obtenidas de la curva de calibración.

Tabla 2. concentraciones de azul de metileno y absorbancias.

Concentración de azul de metileno en Ppm	Absorbancia
2	0.0882
3	0.153
4	0.593
5	0.835
6	1.201

Los datos de la tabla anterior dan como resultado la siguiente gráfica:

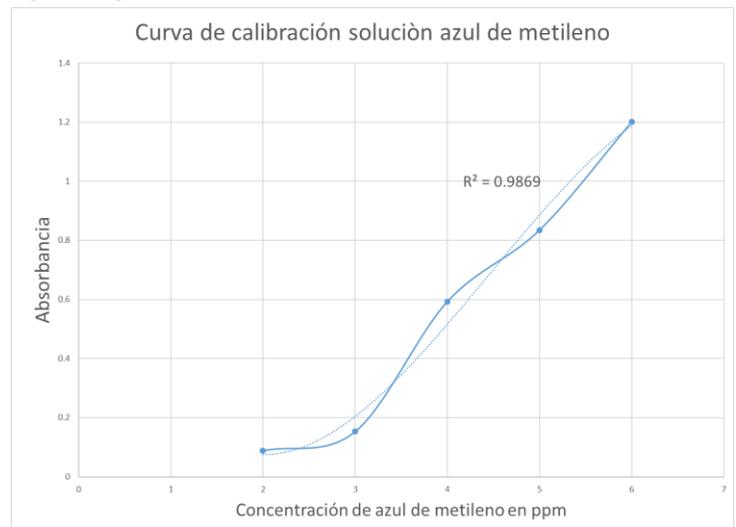


Fig. 1. Curva de calibración azul de metileno.

Para determinar la eficiencia del fotocatalizador se trabajó con 5 muestras de 1000 mL, a cada una de ellas se les midió su absorbancia para determinar su concentración. A continuación, se muestra una tabla en la que se presentan las absorbancias obtenidas y las concentraciones de estas.

Tabla 3. Absorbancias y concentraciones.

Muestra	Absorbancia inicial	Concentración en ppm
1	0.625	4.28
2	1.062	5.5
3	1.128	5.73
4	0.81	4.78
5	1.206	6.04

Una vez tratadas las muestras con los diferentes fotocatalizadores se procedió a medir su absorbancia, para

determinar las nuevas concentraciones y las eficiencias de estos.

A continuación, se presenta una tabla de las absorbancias y concentraciones obtenidas en las muestras problema.

Tabla 4. Absorbancias y concentraciones muestras problema después de dos semanas de estar calculando su absorbancia.

Muestra	Absorbancia inicial	Concentración inicial en ppm	Absorbancia final	Concentración final en ppm	eficiencia
1	0.625	4.28	0.214	3.11	65.76
2	1.062	5.5	0.024	2.66	97.740113
3	1.128	5.73	0.089	3.39	92.1099291
4	0.81	4.78	0.235	4.33	70.9876543
5	1.206	6.04	0.05	3.12	95.854063

Conclusiones y recomendaciones. De los resultados presentados se concluye que los más eficientes fueron el segundo que contenía 1000 mg de urea y 15 mL de agua, y el quinto con 1000 mg de TiO₂, 1000 mg de urea, 200 mg de nitrato de plata y 15 mL de agua destilada, las eficiencias obtenidas fueron 95.8 y 97% respectivamente ya que su absorbancia bajo considerablemente con respecto de la inicial a la final.

Se recomienda llevar a cabo nuevos experimentos en los que la exposición de la solución, que se está tratando, a la luz solar sea controlada.

Monitorear la absorbancia de las muestras tratadas en intervalos de tiempo para determinar el tiempo óptimo de exposición.

Bibliografía

[1] MENA, M. (2017, 31 julio). Contaminada el 92 por ciento del agua superficial en el estado de Puebla. Recuperado 9 noviembre, 2018, de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/contaminadael-92-por-ciento-del-agua-superficial-en-el-estado-depuebla-864921.html>

[2] Hao O.J., Kim H. y Chang P.C., 2000. Decolorization of wastewater. Crit. Rev. Env. Sci. Technol., 30, 449–505

[3] M. Gómez, J. Rodríguez, S.E Lindquist y C.G. Granqvist. Conference Proceedings, Vol II, Paper IV.1.8, EUROSUN 98, Slovenia, Septiembre 14-17, 1998