

Datos Generales

| | | | |
|--------------------------|---|-----------------------------|--|
| Proyecto | TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE EL PROCESO DE FOTOCATÁLISIS CON ANATASA (TiO2) | | |
| Estado | INACTIVO | | |
| Semillero | UNIAUTONOMA | | |
| Área del Proyecto | Ingenierías | Subárea del Proyecto | Ingeniería Eléctrica: Electrónica, Telecomunicaciones, y sus derivadas |
| Tipo de Proyecto | Proyecto de Investigación | Subtipo de Proyecto | Investigación Terminada |
| Grado | pregrado | Programa Académico | Ingeniería mecatronica |
| Email | semilleros@uac.edu.co | Teléfono | 3671247 |

Información específica

Introducción

Una de las problemáticas más importantes de la sociedad que ha existido a través de la historia, tiene que ver con la salubridad del entorno; donde el hombre con el pasar del tiempo se ha preocupado cada vez más en mejorar constantemente las condiciones de vida, uno de estos aspectos concerniente a la purificación del agua, para lograr que esta no resulte perjudicial, como lo puede llegar a ser mediante la trasmisión de enfermedades provocada por bacterias, residuos tóxicos, o ambos; esto último es muy común en los ríos. Dentro de las alternativas en tratamientos para la desinfección de agua se encuentran los procesos de oxidación avanzada (POA), estos representan una opción novedosa en la eliminación de compuestos orgánicos e inorgánicos de manera eficiente. Así mismo, presentan características que favorecen la descontaminación tales como: tiempo reducido en la inactivación de microorganismos, menor generación de lodos, menor efecto residual toxicológico, mineralización completa de compuestos, tratamientos descontaminantes en baja concentración, mínima formación de subproductos que permiten el uso de luz solar como fuente de energía [1]. El uso de la fotocatalisis con TiO2 genera especial interés como nueva alternativa para la desinfección fotocatalítica del agua (DFA), teniendo en cuenta que el TiO2 al absorber la luz ultravioleta genera especies oxidantes tales como: peróxido (H2O2•), hidroxilo (•OH), y superóxido (O2-•), útiles en la inactivación de bacterias presentes en el agua [2]. Se han realizado muchas investigaciones con este respecto, buscando otras alternativas de descontaminación y/o desinfección, y la fotocatalisis es una de las técnicas más prometedoras. En el presente trabajo pretende desarrollar un proceso de desinfección de muestras de agua, a nivel de laboratorio, mediante fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio en forma de anatasa.

Planteamiento

Para la minimización del impacto de contaminación e infección en depósitos naturales de agua (Jagüey, lagunas, ojos de agua, entre otros) y laboratorios, se ha implementado con buenos resultados, la fotocatalisis heterogénea utilizando semiconductores (TiO2, ZnO, Fe2O3, Al2O3), observando en general, que los mejores desempeños se obtienen con dióxido de titanio, en la fase anatasa; ésta es la más estable y activa, absorbe radiaciones de mayor longitud de onda, entre las otras formas (rutilo y brookita). La anatasa absorbe la luz ultravioleta generando especies oxidantes tales como peróxidos (H2O2), iones hidroxilo (OH⁻) y súper óxidos (O2). Muchos de los procesos de Oxidación Avanzada (POA), que se han investigado y desarrollado para tratar el agua, convergen en un mecanismo de formación de radicales hidroxilo (OH⁻) altamente oxidantes, que por una parte contribuyen a la mineralización total de los compuestos contaminantes presentes en el agua, y por otro lado, actúan en la inactivación de bacterias tales como: pseudomona aeruginosa, escherichia coli, salmonella typhi, cholera gravis, etc, y se ha encontrado que es el radical que genera mayor incidencia en la desinfección de poblaciones bacterianas, la idea es desarrollar un sistema usando dióxido de titanio para descontaminar y desinfectar cuerpos de aguas definidos, para que este acta para el uso humano.

Objetivo General

OBJETIVO GENERAL: Desarrollar un sistema de descontaminación y desinfección de cuerpos de agua usando luz ultravioleta y dióxido de titanio como agente catalizador.

Objetivos Específicos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Demostrar que el uso de dióxido de titanio es una forma eficiente y eficaz de para la descontaminación y desinfección de cuerpos de aguas. Enumerar los principales aspectos a tener en cuenta en el momento de la determinación de la eficiencia del proceso. Analizar todo el proceso de descontaminación y desinfección de forma estática como de forma dinámica

Referente

: los principales aspectos a tener en cuenta para la investigación fueron: Masa de catalizador, concentración inicial, temperatura, nivel inicial de pH, intensidad de luz (luz ultravioleta), longitud de onda, flujo radiante, rendimiento cuántico, fotocatalizador inmovilizados, electrodos de dióxido de titanio, entre otros, la mayoría de estos términos fueron variables tomadas y apreciadas a lo largo de la investigación.

Metodología

Para la presente investigación se extrajo inicialmente (primera experiencia) una muestra del cuerpo de agua conocido como Lago del Caujaral, la cual se trabajó a temperatura ambiente (25°C). Se vertieron dos litros de agua en un contenedor de polipropileno, y con papel indicador de pH se determinó en un valor de 6 al comparar con la escala de colores del empaque. El resultado indica un comportamiento ligeramente ácido. Debido a que el agua estuvo en reposo por algunas horas antes de empezar la experimentación, en el fondo del recipiente se depositó una buena cantidad de sedimento. Se realizó la observación de una muestra de agua, previa a la experimentación, donde se encontraron microorganismos y algas. El peso de la anatasa se determinó en base a datos experimentales que reposan en la investigación desarrollada por el Ing. Gil Pavas de la Universidad EAFIT de Colombia [5]. Posteriormente el recipiente fue ubicado en un cuarto oscuro, especialmente dispuesto para el experimento, donde se instaló la lámpara (Philips TL-K 40 Action BL Reflector UV-A 350 nm - 400 nm) y el agua pudiera quedar bajo la incidencia directa de los rayos UV. Una segunda experiencia consistió en observar la degradación del colorante presente y nivelación del pH, en una cantidad definida de agua residual química del laboratorio de química de la Universidad Autónoma del Caribe, así mismo se anuncia que las distintas pruebas realizadas fueron hechas a escala de laboratorio. La fotocatalisis heterogénea se realiza gracias al semiconductor TiO_2 (Anatasa) y luz ultra violeta (UV) generada por una lámpara marca Philips con longitud de onda de 350nm - 400nm.

Resultados Esperados

Al momento de iniciar la primera experimentación, el agua tenía un aspecto turbio, con sedimentos que se depositaron en el fondo del recipiente. Se le añadió la anatasa y luego de transcurridas 72 horas de exposición a la luz UV, se pudo observar que la cantidad de sedimentos aumentó en el fondo del recipiente y el agua ya no presentaba un grado de turbiedad tal como al momento de ser recolectada, su aspecto es más parecido al agua limpia, lo que muestra claros indicios de un proceso de descontaminación. La observación con el microscopio de la muestra posterior al tratamiento, ya no evidencia presencia de microorganismos y se observan sólo pequeños fragmentos de algas en comparación al aspecto de las mismas antes del tratamiento del agua, esto es indicio de que se ha dado un proceso de desinfección. Se tomaron mediciones de pH en tres oportunidades, al inicio del experimento, luego de transcurridas 24 horas y por último cumplidas 72 horas, mostrando un cambio del comportamiento del pH ligeramente ácido con valor de 6 a 6,5. El experimento fue diseñado para que la reacción ocurriera luego de transcurrido un tiempo de 24 horas, pero al realizar la observación al cabo de este tiempo, los cambios en el agua no fueron apreciables, aún se mostraba turbia, por lo que fue necesario extenderlo hasta 72 horas. En los aspectos fundamentales se había mencionado lo siguiente: en condiciones de flujo estático, la masa del catalizador es un factor que influye de manera directa en la velocidad inicial de reacción, lo cual indica un verdadero régimen catalítico heterogéneo. Se determinó la masa de 1 gramo teniendo como referencia los parámetros utilizados en una investigación previa llevada a cabo por el Ing. Gil Pavas [5], aunque no se tomó exactamente el mismo valor de masa para el volumen de agua dado, sino una cantidad inferior; es decir en la experimentación de referencia antes mencionada, se tomó un gramo de anatasa por cada litro de agua, mientras que en el presente experimento se empleó 1 gramo de anatasa por cada dos litros de agua. Nuevamente, teniendo en cuenta la información recopilada en los aspectos fundamentales: Para las aplicaciones, esta masa óptima de catalizador debe elegirse a manera de: (I) Evitar un exceso inútil de catalizador (II) Asegurar la absorción total de los fotones eficientes. Entonces se tomó la mitad de catalizador queriendo evitar incurrir en un exceso, ya que en la experimentación de referencia [5] se trabajó con residuos industriales, y estos pueden considerarse hasta cierto punto, compuestos contaminantes más agresivos, y se determinó que para eliminar microorganismos en este caso no era necesario iniciar el experimento con la misma cantidad, al tratarse de agua en apariencia menos contaminada. El hecho de que la reacción se hubiese prolongado más allá del tiempo establecido en la referencia, puede estar indicando que la cantidad de anatasa empleada aún se encuentra por debajo del valor que puede considerarse óptimo, es decir, que la cantidad de catalizador que debe emplearse es independiente al grado de contaminación de agua, y como se mencionó, depende directamente del volumen del agua a tratar. Por otro lado, otro aspecto que pudo influir en los resultados, es el hecho de que las condiciones del laboratorio donde se llevó a cabo la experiencia deben adecuarse o adaptarse de mejor manera al tipo de experimentación como puede ser controlar la humedad y la temperatura del recinto, no existió restricción alguna respecto a esto. Para la segunda experiencia, los resultados iniciales luego de realizar el proceso de fotocatalisis y el tiempo estipulado de 72 horas, se logró determinar que el proceso fotocatalítico alcanzó muy poca efectividad para la segunda, ya que aunque hubo sedimentación del dióxido de titanio, no se presentó un cambio significativo en el nivel del pH, tanto para la solución uno como para la solución dos. En el caso de la tercera experiencia donde se usó además un agitador magnético y una cantidad definida de peróxido de hidrogeno para acelerar el procesos generando más hidroxilos libres, se logró observar que hubo descontaminación del agua, ya que en ambas soluciones el carácter ácido disminuyo en gran consideración.

Conclusiones

La experimentación fue exitosa, ya que se comprobó la eficacia de la anatasa como catalizador, puesto que no se evidenció presencia de microorganismos vivos, ni algas activas en las muestras analizadas después del tratamiento del agua, aun cuando el proceso se prolongó más del tiempo estipulado; esto se debió a que la cantidad de anatasa utilizada no fue suficiente para reaccionar en el tiempo esperado, por lo tanto se concluye que esta cantidad debe aumentarse cuidando de llegar al exceso. La remoción de contaminantes en el agua puede llegar a ser una aplicación muy importante para las próximas décadas, ya que muchos contaminantes tóxicos del agua, se llegan a mineralizar por completo, hasta producir compuestos que finalmente son inofensivos. Por otro lado, se hace necesaria la utilización de un soporte para el TiO_2 de manera que pueda retirarse del agua, dado que los catalizadores siempre deben recuperarse luego de la reacción. Las ventajas principales de la fotocatalisis heterogénea a temperatura ambiente ofrecen grandes ventajas como lo son: • No es necesario usar aditivos u otros compuestos adicionales para su proceso • Es posible aplicar este sistema para concentraciones bajas y altas • Estabilidad química del dióxido de titanio (TiO_2) en medios acuosos y para un amplio rango de pH (en nuestro 1.5~2.3) • Se podría combinar en un futuro con otros métodos de descontaminación Con el desarrollo de este proyecto se encontró que la fotocatalisis heterogénea es un proceso de descontaminación del agua y decoloración muy efectivo, pero el cual necesita de mucho tiempo y de variables específicas para obtener un buen resultado, como lo son la concentración del catalizador, el nivel del pH inicial, el uso o no del peróxido de hidrogeno, como acelerador de la reacción fotocatalítica. Se logró determinar que el proceso estático es menos efectivo que el dinámico, donde se logró observar las diferencias de descontaminación y del pH. El valor óptimo de peróxido de hidrogeno (H_2O_2) fue de alrededor 1g/L donde se observó una descontaminación en menor tiempo, la concentración promedio usada para el dióxido de titanio (TiO_2) era de 0.3g/L ~ 0.7g/L la cual fue efectiva para ambas experiencias.

Bibliografía

1] Carolina Villanueva Jaramillo. (2011) Fotocatálisis con TiO2 /ultravioleta y TiO2 CuSO4 /visible como sistemas de desinfección para inactivar E. coli proveniente de agua residual doméstica [Internet]. Disponible desde: [Acceso 5 de mayo 2014]. pp. 18, 26 [2] Andrea L. Moreno, Camilo A. Castro, Aristóbulo Centeno y Sonia A. Giraldo (2010) Cinética de la Desinfección Fotocatalítica de Agua contaminada con E. coli. Efecto de la Concentración del Fotocatalizador y la Potencia de Irradiación [Internet]. Disponible desde: [Acceso 6 de mayo 2014] pp. 70 [3] Hermann, J; Destrucción de contaminantes orgánicos por fotocatalisis heterogénea; Laboratorio de Química del Medioambiente, (LACE, UMR CNRS N°5634), Université; pp 155. [4] Garcés, L; Mejía, E; Santamaría, J; La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales. Línea de investigación, pp. 85 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69511013> [5] Gil Pava, E; Oxidación fotocatalítica de aguas residuales de la industria de lavandería utilizando TiO2 como catalizador y luz UV.

Integrantes

¡Actualmente no existen integrantes para este proyecto!

Instituciones

| NIT | Institución |
|------------|---------------------------------|
| 8901025729 | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE |