

## Resumen

En la actualidad, las infecciones originadas por bacterias se han convertido en un problema de salud pública. Por esta razón, la búsqueda de materiales que puedan ser utilizados en la eliminación de bacterias ha tomado un gran interés. El  $TiO_2$  es uno de los materiales semiconductores más utilizados debido a sus propiedades fotocatalíticas, esto le provee potencial para degradar una gran variedad de contaminantes (orgánicos, bacterias y virus). Sin embargo, una de las principales desventajas es el valor de su band gap (cantidad de energía requerida para promover el efecto catalítico). Otro material semiconductor es el óxido de vanadio en cual posee un valor de band gap menor en comparación con el del  $TiO_2$ . En este trabajo se reporta la obtención de un compuesto  $TiO_2-V_2O_5$  para una posible aplicación como material antibacterial. El material fue sintetizado por la técnica de sol gel y tratado térmicamente a 500, 700 y 900°C, después de la síntesis el material fue caracterizado por microscopia electrónica de barrido (MEB). Antes de las pruebas antibacteriales el material se irradió con una lámpara de luz ultravioleta a 320nm por diferentes periodos de tiempo (1, 2, 4 y 8 horas), para la evaluación del efecto antibacterial se empleó una cepa de *S. aureus*. Los resultados obtenidos indicaron la formación de aglomerados de partículas con morfologías esféricas, de acuerdo con los espectros de EDS se identificó una buena distribución de los óxidos semiconductores, también se observó que el tamaño de partícula aumentaba conforme se incrementaba la temperatura. Se observó una zona de inhibición bacteriana alrededor del compuesto, esto da la pauta para su posible aplicación como material antibacterial.

## Introducción

El dióxido de titanio puede ser aplicable para la descomposición de compuestos no deseados en el aire, las aguas residuales, en la conversión de la energía solar y la producción de recursos de energía limpia. En particular, las solicitudes de los problemas ambientales, como la depuración de aguas residuales mediante la luz solar, son de gran interés práctico. Sin embargo, la aplicación de  $TiO_2$  como fotocatalizador para las reacciones químicas inducidas por la luz visible se ha visto obstaculizado por su gran energía de banda-gap (3.2eV para  $TiO_2$  anatasa), y requiere luz ultravioleta (UV) para activarse. Ampliar el límite de absorción de  $TiO_2$  de la UV en el rango espectral visible podría proporcionar las bases para el desarrollo de catalizadores de  $TiO_2$  con la actividad de la luz visible. Entre los metales de transición, el vanadio es muy atractivo, porque el dopaje de vanadio puede aumentar el tiempo de vida y aparentemente también ampliar el rango de absorción del  $TiO_2$ , la técnica sol-gel fue elegida para llevar a cabo esta síntesis de este material.

### Dióxido de Titanio

- La irradiación de  $TiO_2$  (fase anatasa) con radiación UV origina que un electrón salte desde la banda de valencia a la banda de conducción.
- Lo que sería un electrón libre en la banda de conducción y un hueco en la banda de valencia.

### Pentóxido de Vanadio

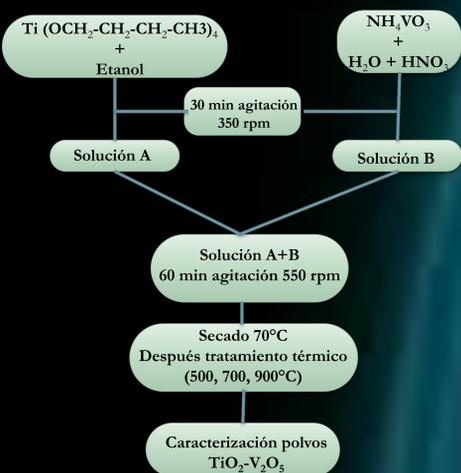
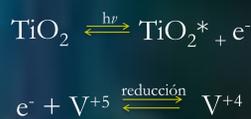
- En el caso de Vanadio, se debe a una inyección de electrones e iones al material, en el cual por medio de una reacción redox ocasionará que disminuya su band-gap.
- Dependen de sus valencias entre iones de vanadio ( $V^{4+}$  y  $V^{5+}$ ), depende también de la temperatura (temperatura de transición a 68°C).

### Objetivo

- Sintetizar y caracterizar el material  $TiO_2/V_2O_5$ .
- Evaluar el posible efecto bactericida del material ante la bacteria *S. aureus*.

## Metodología

### Sol-gel



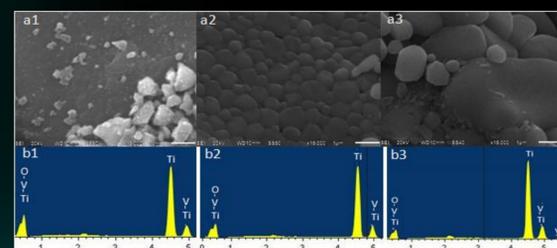
### Preparación del medio de cultivo

- 16.1 g de Agar nutritivo.
- Se prepararon 700 ml de medio de cultivo para elaborar 35 cajas Petri con ~ 20ml de medio c/u.

### Pruebas bacteriológicas

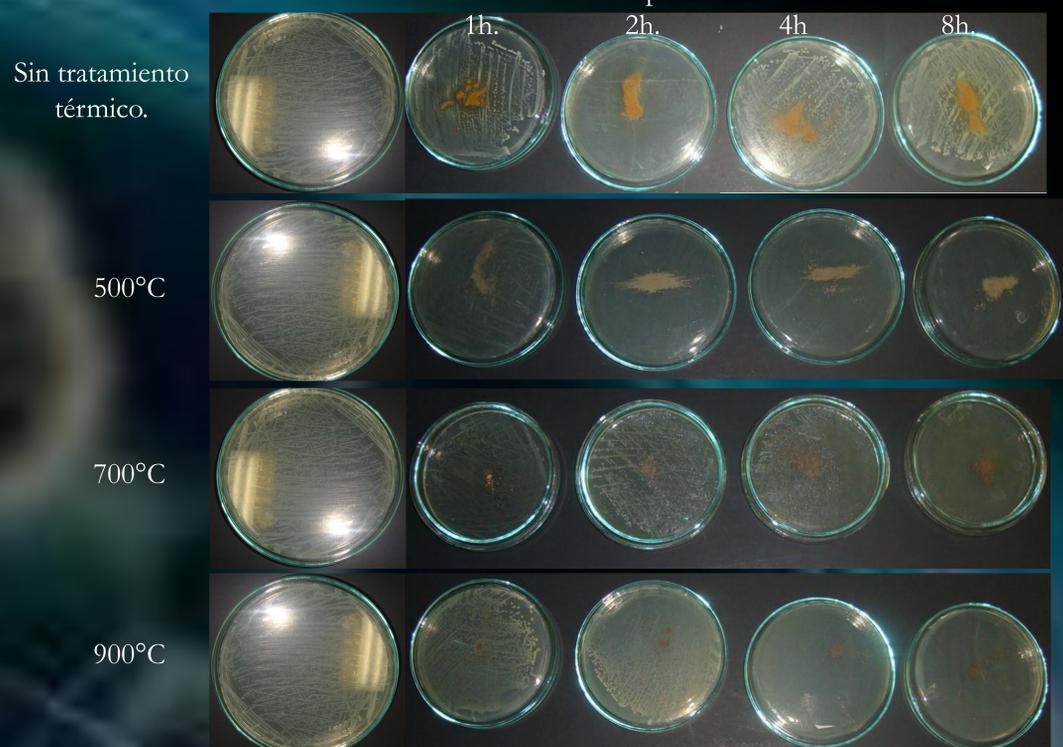
- Se pesaron 0.015g de cada muestra obtenida con y sin tratamiento térmico.
- Se realizó la irradiación del material a 1, 2, 4 y 8 horas a 312 nm.
- Se realizó la siembra del control (sin exposición de material).
- Se realizaron los cultivos problema empleando los materiales irradiados a diferentes tiempos.
- Los cultivos fueron incubados por 24 horas a 37 °C y posteriormente se evaluó el crecimiento de la bacteria.

## Resultados



Micrografías y espectros EDS del material  $TiO_2-V_2O_5$  obtenido por catálisis ácida a (a1-500, a2-700, a3-900°C). 15,000 X.

### Tiempo de radiación UV



Una vez terminado el tiempo de incubación de las bacterias en cajas Petri donde había sido agregados los polvos irradiados con UV, se observó en la muestra sin tratamiento térmico que a 2h, no hubo un crecimiento de bacterias. A 500°C se encontró que a partir de 2h no había crecimiento. A 700°C a partir de 8h no hubo crecimiento de bacterias. Por último, a 900°C a partir de 4h de radiación UV, no se encontraron crecimiento de bacterias.

## Conclusiones

Se obtuvieron partículas con morfologías esféricas. Conforme se aumentó la temperatura el tamaño de partícula se incremento. Las muestras tratadas a 500°C presentaron una inhibición bacteriana desde 2 h de irradiación. Mientras que a 700°C y 8h de irradiación no hay crecimiento alrededor del polvo de  $TiO_2-V_2O_5$ .

## Referencias

1. D. R. Askeland, Ciencia e Ingeniería de los materiales, 4ta ed., Ed Thompson.
2. N. Avcı, 2009, Caracterización de polvos de  $TiO_2$  y películas delgadas preparadas por técnicas de sol-gel no acuosos Sol-Gel Sci Technol 52:424-431
3. S. Songara, M. K. Patra, 2010, "Synthesis and studies on photochromic properties of vanadium doped  $TiO_2$  nanoparticles", Chemistry 209 68-73.
4. K. Page, Robert G., 2006, "Titania and silver-titania composite films on glass—potent antimicrobial coatings", J. Mater. Chem., 17, 95-104
5. C. L. Londoño Calderon, 2010, "Síntesis y Caracterización del Compósito Poly(ethylene glycol)/PEG/V2O5" Tesis de maestría, Departamento de Física y Química Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.
6. K. Jung, J. Cho, 2007, "Propiedades superficiales de películas delgadas fotocatalíticas de  $TiO_2$  con microondas obtenidos por tratamiento de superficie por plasma", Journal of the Korean Physical Society, Vol.51, No. 3.
7. W. C. Lin, Y. J. Lin, 2012, "Effect of Vanadium(IV)-Doping on the Visible Light-Induced Catalytic Activity of Titanium Dioxide Catalysts for Methylene Blue Degradation", Eng Sci. Jun 2012; 29(6): 447-452.
8. N. M. Thuy, D. Q. Van, 2012, "The Visible Light Activity of the  $TiO_2$  and  $TiO_2:V^{4+}$  Photocatalyst", INTECH, Nanomaterials and Nanotechnology.
9. R. Slama, F. Ghribi, 2010, "Photocatalytic and optical properties of Vanadium doped Zinc oxide nanoparticles.", Int. Nanoelectronics and materials 133-142.