

# NANOTITANIAS NEGRAS PARA APLICACIONES MEDIOAMBIENTALES, FOTOCATÁLISIS Y CÉLULAS SOLARES

**P** PATENTED TECHNOLOGY

## CONTACT DETAILS:

Relaciones con la Empresa  
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI  
Universidad de Alicante  
Tel.: +34 96 590 99 59  
Email: [areaempresas@ua.es](mailto:areaempresas@ua.es)  
<http://innoua.ua.es>

## ABSTRACT

El Laboratorio de Nanotecnología Molecular (NANOMOL) de la Universidad de Alicante y el Grupo de Materiales Moleculares Organometálicos de la Universidad de la Rioja han desarrollado un novedoso procedimiento de síntesis in-situ de titanias negras con excelente actividad fotocatalítica tanto en el rango del ultravioleta como en el visible. El proceso es sencillo y versátil y no requiere de surfactantes ni calcinaciones con el consiguiente ahorro de costes en materiales y energía.

La tecnología ha sido desarrollada y probada con éxito a nivel de laboratorio obteniendo titanias negras con una actividad fotocatalítica excelente tanto en el rango del ultravioleta, y lo que es más interesante, en el rango del visible, y buena estabilidad térmica e hidrotérmica. Estos materiales tienen ámbitos muy diversos como la degradación de contaminantes orgánicos, la eliminación de óxidos de nitrógeno o su aplicación como alternativa a las celdas solares de Grätzel.

La tecnología ha sido protegida mediante solicitud de patente y el grupo de investigación busca empresas productoras de materiales interesadas en adquirir la tecnología para su explotación comercial o para establecer acuerdos de colaboración para su desarrollo y escalado industrial.

## INTRODUCTION

El dióxido de titanio, también conocido como titania, es un fotocatalizador muy eficaz, utilizado de forma habitual como absorbente de rayos ultravioleta, y presente en productos para el bronceado, jabones, polvos cosméticos, pasta de dientes, cremas, etc.

La síntesis de titanias nanoestructuradas de elevada área superficial, activas en el visible y con capacidad para suprimir la rápida combinación de electrones y huecos fotogenerados es fundamental para su empleo en una variedad de aplicaciones medioambientales basadas en la luz solar, que abarcan desde celdas solares sensibilizadas por colorantes (DSC por sus siglas en inglés) hasta eliminación de contaminantes en fase acuosa o en fase gas, como por ejemplo compuestos orgánicos volátiles (VOx) y/o contaminantes de óxidos de nitrógeno (NOx), todas ellas basadas en la actividad fotocatalítica de la titania. Sin embargo, la

titania es un sólido blanco, que posee un elevado band gap y por lo tanto no absorbe la luz visible y, en consecuencia, su actividad fotocatalítica bajo luz solar es extremadamente baja. Pese a los esfuerzos realizados hasta el momento para extender el espectro de trabajo de los materiales a base de  $\text{TiO}_2$  a la región de la luz visible, los resultados están muy lejos de las eficiencias requeridas.

Por tanto, existe pues la necesidad de proporcionar un método de síntesis de sencillo y económico que permita la obtención de titanias activas en el visible y con una buena estabilidad térmica, que permita su aplicación, evitando así todos los inconvenientes comentados anteriormente y manteniendo las propiedades texturales, estructurales y morfológicas de la titania sin modificar, pero con propiedades fotocatalíticas mejoradas.

## TECHNICAL DESCRIPTION

El Laboratorio de Nanotecnología Molecular (NANOMOL) de la Universidad de Alicante junto con el Grupo de Materiales Moleculares Organometálicos de la Universidad de la Rioja han desarrollado un novedoso procedimiento de síntesis en un solo paso para la obtención de nanopartículas de titania mesoporosa con distintas funcionalidades incorporadas en la estructura de la red, con elevadas áreas superficiales (área BET =  $300 \text{ m}^2/\text{g}$  frente a los  $50 \text{ m}^2/\text{g}$  de la titania comercial que se usa en fotocátalisis) y estructura anatasa, sin la necesidad de emplear surfactantes y empleando exclusivamente agua y una pequeña porción de etanol como disolvente. No se requieren tratamientos térmicos posteriores (calcinationes), con el abaratamiento del proceso y además, al estar la funcionalidad incorporada dentro de la estructura de la titania, se mantienen la porosidad de los materiales y la funcionalidad permanece protegida por la misma. Dicho material se ha sometido a tratamiento hidrotermal durante varios días consecutivos y los resultados indican que no hay colapso de la estructura, lo que corrobora la estabilidad hidrotermal de la titania funcional negra.

El proceso de síntesis ha sido probado con éxito a nivel de laboratorio con diversos compuestos orgánicos y complejos metálicos como componente funcional, siendo éste sumamente eficaz ya que se ha determinado un alto porcentaje en el rendimiento de incorporación del componente funcional en los materiales sintetizados. A la vista de los resultados, se han obtenido titanias funcionalizadas con un menor bandgap y por tanto con una mejor actividad fotocatalítica que la titania empleada como blanco en el rango UV. En concreto, se ha conseguido preparar una titania negra, capaz de absorber en el rango del visible, con un band gap de  $2,74 \text{ eV}$ , frente a los  $3.2 \text{ eV}$  de la titania control (Fig. 1).

La titania negra presenta una actividad fotocatalítica en la reacción de degradación de un dye comercial (rodamina 6G) de hasta 3 veces superior a la titania control tanto en el rango del UV como del visible, la cual se mantiene tras 5 ciclos de reutilización, lo que corrobora su reciclabilidad, estabilidad térmica e hidrotermal.

Las titanias funcionalizadas obtenidas, por lo tanto, tienen aplicaciones en ámbitos muy diversos tales como la degradación de contaminantes orgánicos, la eliminación de óxidos de nitrógeno o compuestos orgánicos volátiles o como alternativa a las celdas solares de Grätzel.

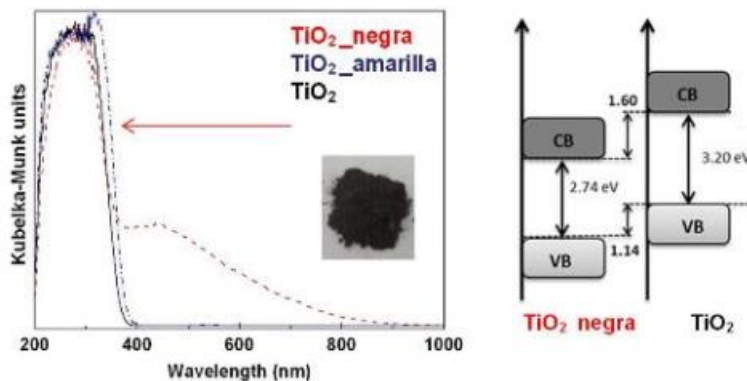


Fig 1. Espectro de UV-visible de la titania funcional negra en comparación con la titania control ( $\text{TiO}_2$ ) y con una titania funcional amarilla

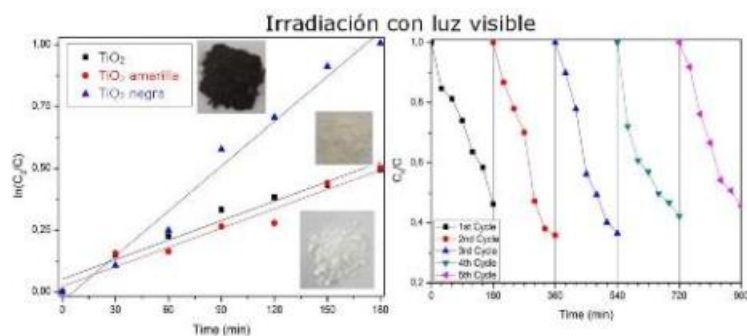


Fig 2. Actividad fotocatalítica en la reacción de degradación de un dye comercial con luz visible, donde se observa claramente la elevada actividad de la titania funcional negra (izquierda), la cual se mantiene tras 5 ciclos de reutilización (derecha)

## ADVANTAGES AND INNOVATIVE ASPECTS

### VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

- El proceso de síntesis desarrollado es versátil y sencillo suponiendo un sensible ahorro de costes en materiales y energía al no requerir surfactantes ni calcinaciones. El proceso únicamente utiliza agua y una mínima cantidad de etanol como disolventes.
- Las titania negra tiene una mejor actividad fotocatalítica llegando a ser hasta tres veces superior a la titania empleada como blanco tanto en el rango del UV como del visible.

### ASPECTOS INNOVADORES DE LA TECNOLOGÍA

- La titania es negra, con lo cual es activa en el visible (band gap 2.74 eV) y mantiene su actividad fotocatalítica al menos tras 5 ciclos de reacción con una eficacia del 95%.
- El proceso de síntesis es sencillo y económico, y permite incorporar una amplia variedad de compuestos funcionales en la propia estructura de la red de la titania evitando el bloqueo en la mesoporosidad y manteniendo la estructura anatasa.
- Excelente estabilidad térmica e hidrotermal. La funcionalidad queda incorporada dentro de la estructura de la titania quedando protegida por la misma.

## CURRENT STATE OF DEVELOPMENT

La tecnología ha sido desarrollada y probada con éxito a nivel de laboratorio. Los resultados de los distintos ensayos realizados han demostrado la eficacia del proceso de síntesis así como las buenas propiedades de las titanias funcionalizadas obtenidas.

## MARKET APPLICATIONS

- Fotocatálisis. Empresas productoras de materiales fotocatalíticos.
- Paneles solares. Empresas productoras de materiales para paneles solares de cara a la mejora de su eficiencia.
- Materiales ecoactivos para la degradación de contaminantes ya sea en suelos, aguas o asfaltos.

## COLLABORATION SOUGHT

Se buscan empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial mediante:

- Acuerdos de licencia de la patente para el uso, fabricación o comercialización de la tecnología.
- Acuerdos de colaboración para el desarrollo y escalado industrial de la tecnología así como para su aplicación en distintos sectores.

## INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

Esta tecnología se encuentra protegida mediante solicitud de patente.

- Título de la patente: "Procedimiento para la síntesis de titanias funcionalizadas in situ y el uso de las mismas"
- Número de solicitud: 201300536
- Fecha de solicitud: 05/06/2013

También ha sido solicitada la PCT para la extensión internacional.

## MARKET APPLICATION (4)

Construcción y Arquitectura  
Contaminación e Impacto Ambiental  
Materiales y Nanotecnología  
Tecnología Química