



Producción de hidrógeno mediante foto-reformado de glicerol

(proyecto ANII-FSE-1-2011-1-6269)

ING. QUIM. JUAN BUSSI

➤ Laboratorio de Físicoquímica de Superficies, DETEMA, Facultad de Química
Gral. Flores 2124

E-mail: jbussi@fq.edu.uy

30 de octubre de 2015.

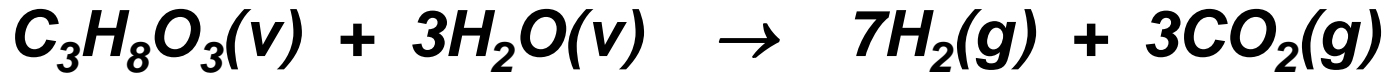
➤ **Glicerol: subproducto de la producción de biodiesel (Ley de Agrocombustibles (N°18.195))**

- **140 kg de glicerina cruda cada 1 ton de biodiesel.**
- **Planta 1 de ALUR: 220 ton/mes (año 2012)**
- **Planta 1 + Planta 2: 700 ton/mes (año 2013 en adelante)**
- **Especificación de la glicerina cruda:**
 - **Glicerol: 70-82%, Agua: 2-6%, Metanol: 2-4%, Materia grasa: 8-16%**
 - **Cenizas: 3-6%**

- **Destinos actuales de la glicerina cruda de ALUR:**
 - Energético: hornos de clinker (cementera).
 - Alimento animal.
 - Industria química (exportación).

Glicerina pura, ácidos grasos, fertilizante (Acidificación y destilación)
- **Combustión directa: Problemas con acroleína (tóxica), corrosión en boquillas de quemadores.**

Foto-reformado de glicerol



Características del proceso

- Combinación de luz y un catalizador para acelerar la reacción química (fotocatálisis).
- Temperatura ambiente y presión atmosférica

Aspectos de interés

- Bajo costo de insumos (luz solar como principal fuente de energía)
- Degradación total de reactivos
- Productos de interés (H_2 como vector energético)

Tecnología en desarrollo

- **Aumento de eficiencia en captación y uso de luz solar**
- **Desarrollo de catalizadores más activos**

Antecedentes del grupo de investigación

- **Producción de H_2 a partir de materias primas renovables.**
- **Procesos fotocatalíticos para destrucción de contaminantes en agua, aire y residuos sólidos.**

Objetivos

General

- Valorización del glicerol residual de la producción de biodiesel mediante su utilización para producir hidrógeno por técnicas de reformado fotocatalítico.

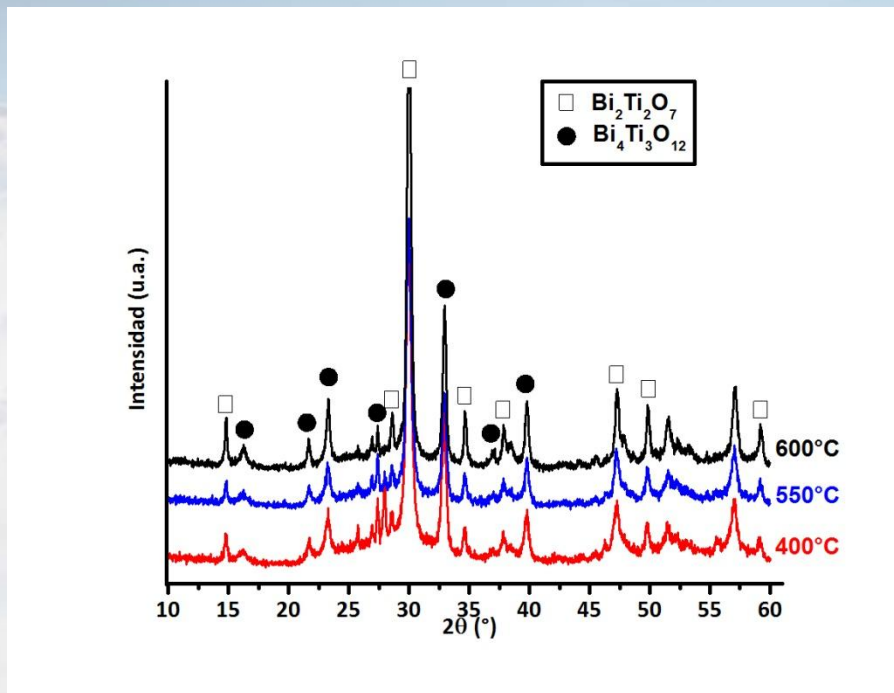
Específicos

- Capacitación de recursos humanos y puesta a punto de técnicas experimentales a ser empleadas.
- Preparación de fotocatalizadores y caracterización de propiedades estructurales, texturales y ópticas.
- Caracterización del funcionamiento del montaje de foto-reformado.
- Obtener correlaciones entre las propiedades estructurales y texturales de los fotocatalizadores y parámetros cinéticos correspondientes a su actividad en el foto-reformado de glicerina.

Principales resultados

Preparación y caracterización de fotocatalizadores

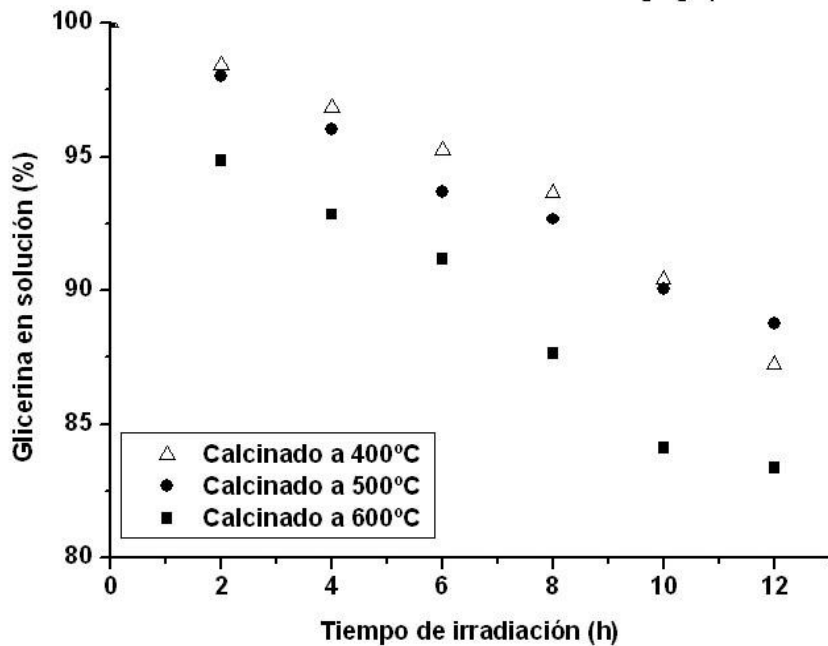
Titanatos de bismuto por descomposición térmica de geles metálicos



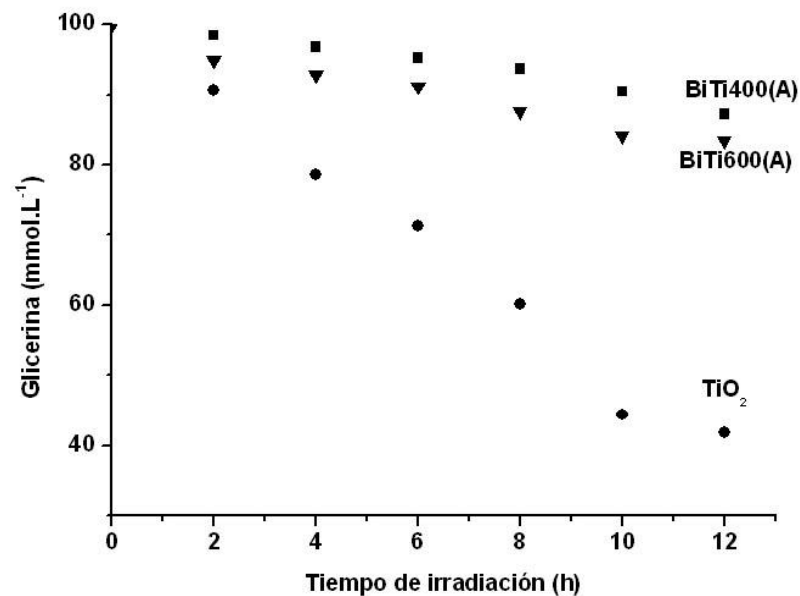
Temperatura de Calcinación (°C)	Área BET (m ² /g)
400	22
500	20
600	4.6

Degradación de glicerina con luz UV y titanatos de bismuto

Degradación de glicerina 10 mmol.L^{-1} con $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7(\text{A})$ 2g.L^{-1}

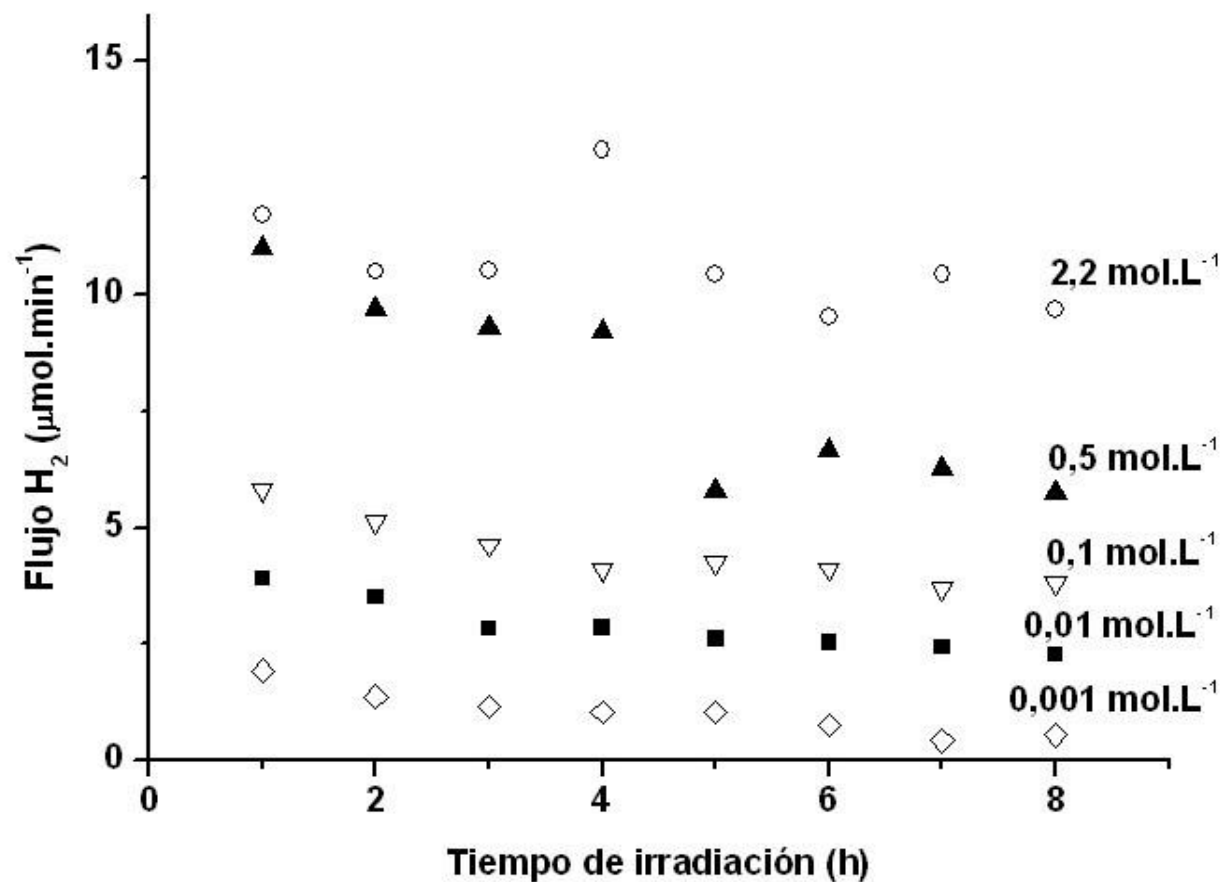


Degradación de glicerina 10 mmol.L^{-1} . Masa de catalizador 2 g.L^{-1}

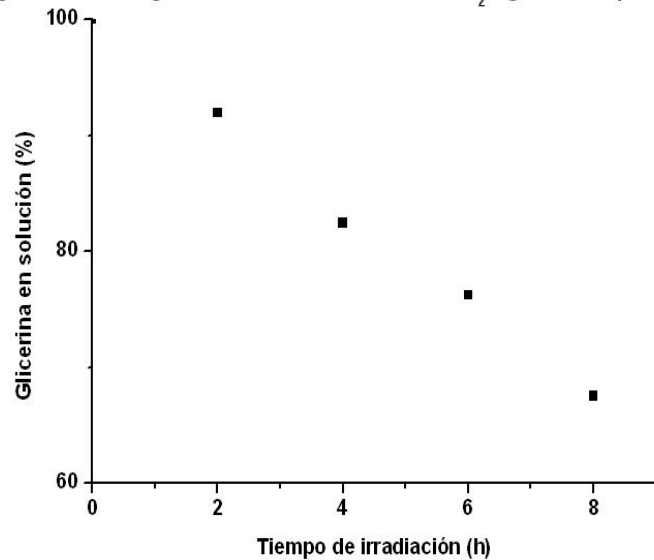


Producción de H₂ con luz UV y Pt/TiO₂

Pt(1%)/TiO₂ (2g.L⁻¹) con distintas concentraciones de glicerina

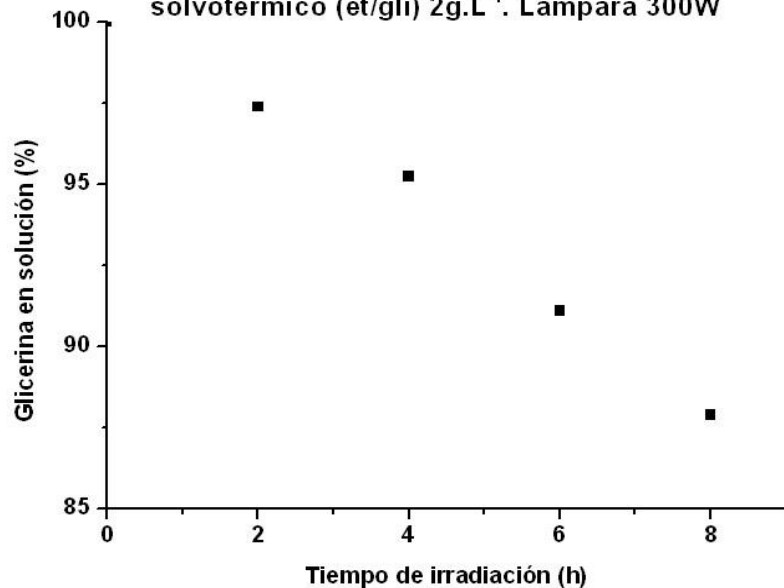


Degradación de glicerina 15 mmol.L⁻¹ con TiO₂ 2g.L⁻¹. Lámpara 300W



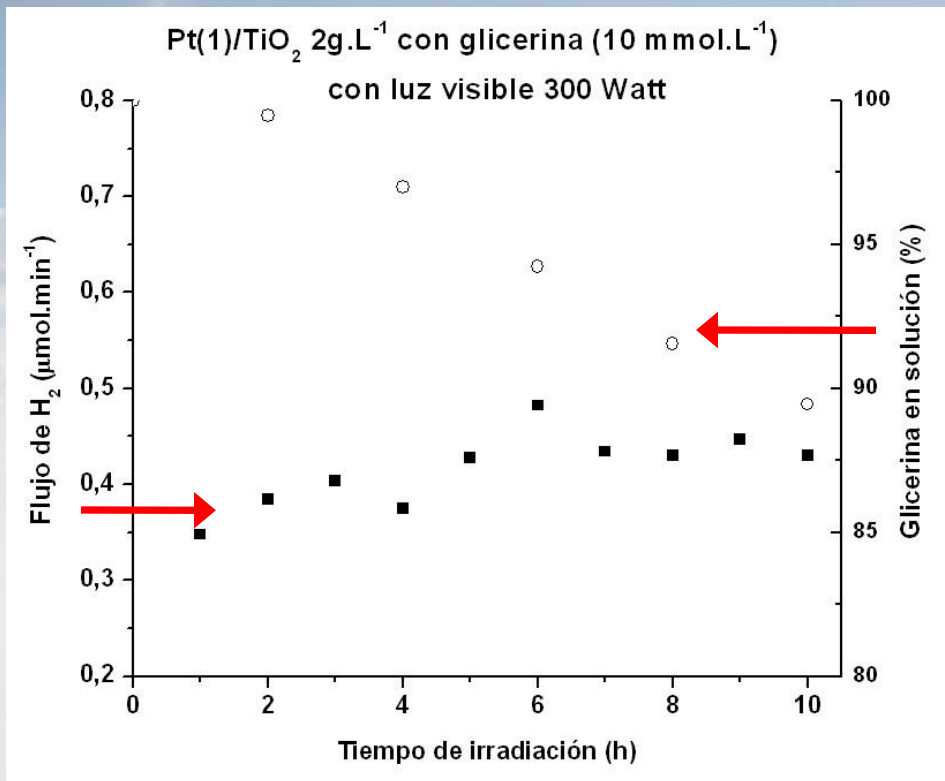
Degradación de glicerina con luz Visible y TiO₂

Degradación de glicerina 10 mmol.L⁻¹ con BiTiO600 solvotérmico (et/gli) 2g.L⁻¹. Lámpara 300W

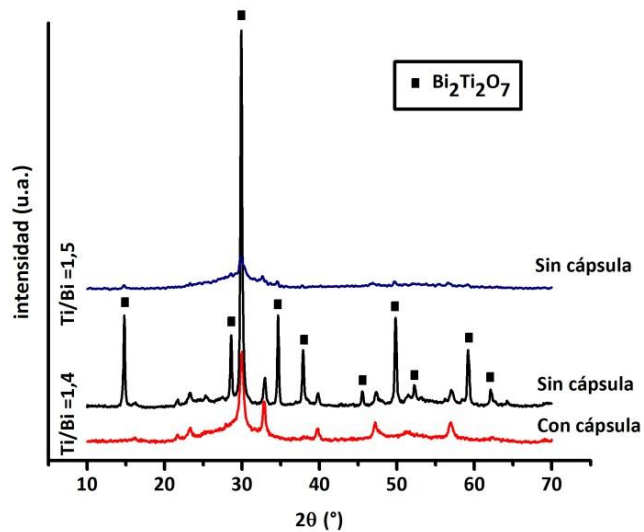


Degradación de glicerina con luz Visible y titanato de bismuto

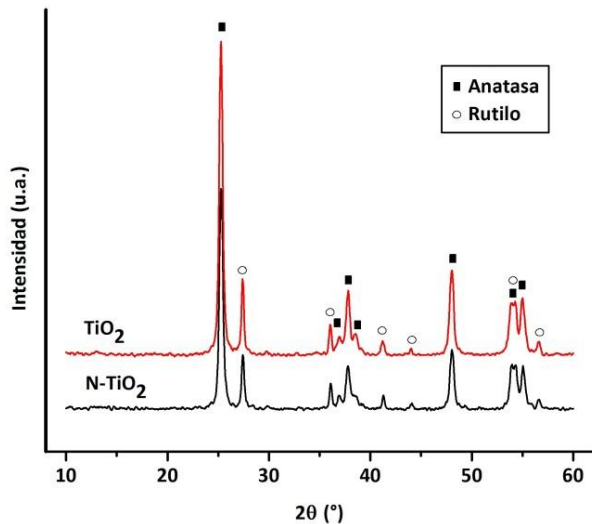
Producción de H₂ con luz visible y Pt/TiO₂



Otros fotocatalizadores estudiados

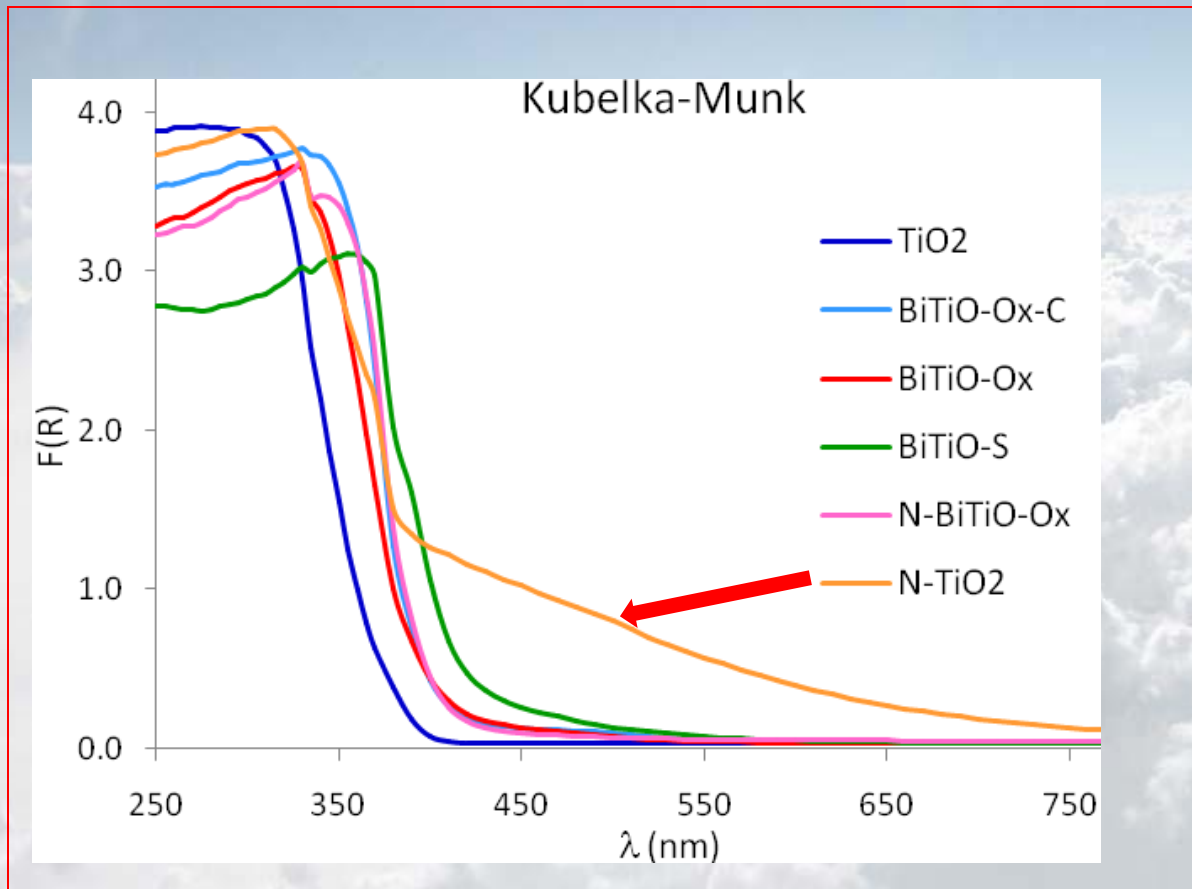


Óxidos de Bi y Ti preparados por coprecipitación con ácido oxálico



TiO_2 modificado con N y TiO_2 Degusa P-25

Espectros de reflectancia difusa de distintos fotocatalizadores



**Oxidación fotocatalítica de glicerina pura en solución acuosa.
Tiempo de reacción 6 horas. $[Glicerol]_0 = 0.010 \text{ mol L}^{-1}$**

Fotocatalizador	Conversión de glicerol (%)	
	UV (125 W)	Visible (300 Watos)
TiO ₂ Degussa P-25	28	30.8
BiTiO-S	15	-
BiTiO-Ox	22	5.4
BiTiO-Ox. (Ti/Bi=1,4)	9.3	-
BiTiO-Ox-C	11	8.5
N-TiO ₂	31.6	25.2
N-BiTiO	-	6.4

Ensayos de foto-reformado de glicerina pura.
[Glicerina]₀ = 500 mM

Fotocatalizador	H ₂ (μmol min ⁻¹)	
	UV (125 W)	Visible (300 W)
Pt1%/N-TiO ₂	10.9	3.4
Pt0.2%/BiTiO-Ox-C	0.7	0
Pt1%/TiO ₂ Degussa P-25	10.7	1.0
Pt0.2%/TiO ₂ Degussa P-25	6.2	-
TiO ₂ Degussa P-25	0	0

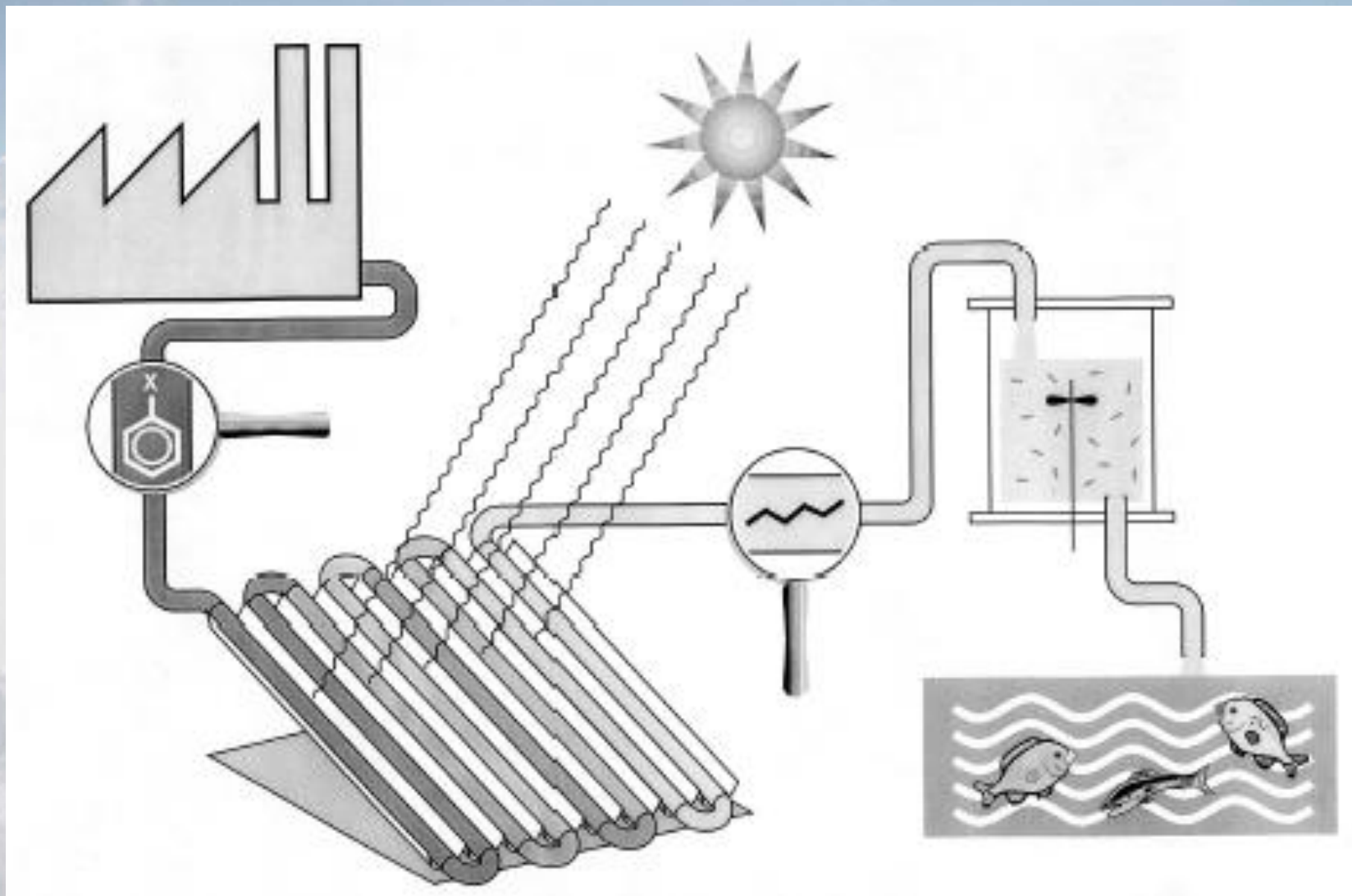
Ensayos de foto-reformado con distintos tipos de glicerina. [Glicerina]_o = 10 mM. Catalizador: Pt1%/TiO₂.

Glicerina	H ₂ (μmol min ⁻¹)	
	UV (125 W)	Visible (300 W)
Pura	2.9	0.41
Pura con agregado de KOH (20 mM)	3.3	-
Cruda	0.92	0

Perspectivas de futuros estudios

- ❖ Desarrollo de nuevos materiales con mayor actividad fotocatalítica y mayor captación de luz solar.
- ❖ Cinética e influencia de variables.
- ❖ Mecanismos de reacción
- ❖ Reactores

Esquema conceptual de la tecnología de fotocatalisis (solar)



Planta experimental industrial de Fotocatálisis Solar



Participantes del proyecto

- ❖ Qco. Mauricio Musso
- ❖ Lic. Santiago Veiga
- ❖ Dra. Andrea de Leon
- ❖ Dr. Orlando Alfano
- ❖ Dr. Juan Bussi

Difusión

Glycerol photoreforming for H₂ production under UV and visible light

J. Bussi, M. Musso, S. Veiga, A. De Leon, O. Alfano

3rd International Congress on Catalysis for Biorefineries, Rio de Janeiro, Brazil, 28-30 set/2015.

Otras actividades relacionadas

“Desarrollo de electrodos nanoestructurados para la producción de hidrógeno por fotocatalisis a partir de residuos o subproductos orgánicos de procesos industriales”. Proyecto CAPES-UDELAR. Coordinadora General Dra. Célia de Fraga Malfatti, Universidad Federal do Rio Grande do Sul (Brasil)(2014-2016).

An aerial photograph showing a thick, continuous layer of white, fluffy clouds that stretches across the entire horizon. The sky above is a clear, pale blue. The clouds appear soft and voluminous, with some darker shadows within their folds, suggesting depth and texture. The overall scene is bright and serene.

**GRACIAS POR
LA ATENCION**

Septiembre 18 - 23, 2016

Montevideo - Uruguay

Estimados colegas,

La **Federación Iberoamericana de Sociedades de Catálisis (FISoCat)** y la **Facultad de Química de la Universidad de la República (Udelar)** tienen el agrado de invitarlos al **XXV Congreso Iberoamericano de Catálisis** a realizarse en la ciudad de Montevideo del 18 al 23 de septiembre de 2016. Este evento se realiza en forma bianual desde 1968 y está dirigido a estudiantes, investigadores y académicos de Iberoamérica y otras partes del mundo, teniendo como propósito la presentación de resultados de investigación en el área, brindando además la posibilidad de estrechar vínculos entre la academia y la industria.

En el marco del congreso, entre los días 15 y 17 de septiembre, tendrá lugar la **Escuela Iberoamericana de Catálisis EICat 2016**, que versará sobre el tema de nanocatálisis.

Esperamos contar con vuestra presencia en este evento, y que tengan la oportunidad para conocer y disfrutar lo que nuestro país puede ofrecer a través de su paisaje, su cultura y su gastronomía.

Comité Organizador

Organizado por:

Federación Iberoamericana de Sociedades de Catálisis (FISoCAT) y la Facultad de Química de la Universidad de la República (Udelar)

Por información -
Secretaría del Congreso



Montevideo 11000 - Uruguay
(598) 29160900
info@cicat2016.org
cicat2016@congresos-rohr.com



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Septiembre 18 - 23, 2016

Radisson Montevideo
Victoria Plaza Hotel

Montevideo - Uruguay

Ejes Temáticos

- Catálisis ambiental
- Ingeniería de procesos y reactores catalíticos
- Diseño, preparación y caracterización de catalizadores
- Química fina
- Biocatálisis
- Nanocatálisis
- Catálisis y energías limpias
- Refinado de petróleo, conversión de gas natural y petroquímica
- Catálisis computacional

Envío de trabajos

Fecha límite - 22 de febrero

Inscripciones

Fecha límite	Estudiantes	Profesionales
15 de junio	USD 350	USD 500
31 de agosto	USD 450	USD 600
En sede	USD 550	USD 700

Organizado por:



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY