GITECSA
POR LA SALUD DEL AGUA
CONICET
UNL
INCAPE
FIQ
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
UNL

De contaminante a recurso

Catálisis heterogénea para la circularidad del agua

Dra. F. Fernanda Albana Marchesini
Investigadora Independiente CONICET · Prof. Adjunta FIQ–UNL
Albana @fiq.unl.edu.ar

Esta es una historia que empieza con algo que todos conocemos:
un contaminante en el agua.
Y termina con una pregunta mucho más ambiciosa:
¿Podemos transformar ese problema en una oportunidad?

¿QUIENES SOMOS?

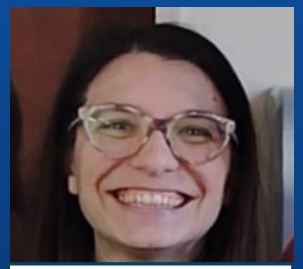
Lic. Emerson Burna
Becario Doctoral

Dr. Nicolas Sacco
(Investigador Asistente)

Dra. F. Albana Marchesini
Inv. Independiente
Directora

Dra. Alejandra Devard
Investigadora Adjunta

Dra. Fernanda Zoppas
Investigadora Asistente



Lic. Vanina Aghemo
Becaria Doctoral

Dr Ramiro Serra
Inv. Adjunto

FIQ UNL • FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

UNL CONICET INCAPE

GRUPO DE INVESTIGACION EN TECNOLOGIAS PARA EL SALUD DEL AGUA

¿cómo hacemos para recuperar la salud del agua?"

ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUAS
¿DE DÓNDE VIENEN?

NITRATOS Y NITRITOS
Fertilizantes, efluentes agropecuarios y urbanos.

OXOANIONES
Arsénico, fosfatos, vanadio, cromo, etc.

AsO_4^{3-} CrO_4^{2-} PO_4^{3-} VO_4^{3-}

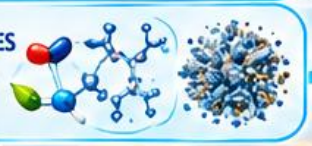
ARSÉNICO
Aguas subterráneas y efluentes industriales.

As

METALES PESADOS
Pb, Cd, Hg, Cr, Ni, Cu, Zn, entre otros.

Pb Cd Hg Ni Cr Ni Cu Zn

CONTAMINANTES EMERGENTES
Fármacos, hormonas, pesticidas, cosméticos, microplásticos.



TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA AGUAS LIMPIAS

FOTOCATÁLISIS SOLAR

PROCESOS ELECTROQUÍMICOS

ADSORCIÓN Y NANOMATERIALES

PROCESOS AVANZADOS Y SOSTENIBLES

GITECSA
Grupo de Investigación en Tecnologías Sostenibles para la Salud del Agua

TRATAMIENTO DEL AGUA Y MEJORA DE SU CALIDAD

Por la salud del agua

A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES
SOSTENIBILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR

RESIDUOS AGROINDUSTRIALES
- **Huesos** (bovinos, aves, pescados)
- **Cáscaras** (nueces, frutas, mani, etc.)
- **Bagazo,** rastrojos, residuos de cultivos
- **Otros** residuos agroindustriales

MATERIALES CATALÍTICO-ADSORBENTES
- Carbones activados
- Biochar
- Óxidos metálicos
- Compuestos híbridos
- Nanocompuestos

VALORIZACIÓN Y TRANSFORMACIÓN
- ✓ De residuos en recursos
- ✓ Materiales funcionales
- ✓ Procesos limpios y eficientes

Y para hacer eso necesitamos distintas herramientas."

AGUA SEGURA Y DE CALIDAD

PROTECCIÓN DE ECOSISTEMAS

SALUD PÚBLICA

DESARROLLO SOSTENIBLE

ECONOMÍA CIRCULAR

AGUA SEGURA Y DE CALIDAD
PROTECCIÓN DE ECOSISTEMAS
SALUD PÚBLICA
DESARROLLO SOSTENIBLE
ECONOMÍA CIRCULAR

Y para hacer eso necesitamos distintas herramientas

Nuestras herramientas
para recuperar la salud del agua

Materiales diseñados sustentablemente

Tecnologías aplicables

Soluciones para un agua de calidad

1 Diseño de materiales

Síntesis de materiales cerámicos y carbonáceos y NPs metálicas por métodos verdes

2 Soporte

Alúmina, sílice, zirconia, ceria, titania y carbones activados

3 Fase activa

Metales: Pd, In, Cu, Co, Ni

4 Tecnología

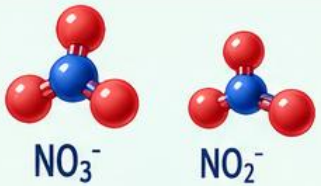
Catalización heterogénea, adsorción y procesos integrados

Agua de mayor calidad

Aplicamos estas herramientas según el contaminante

Inorgánicos

Nitratos y nitritos

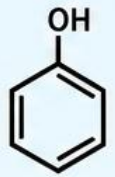


Arsénico y otros oxoaniones

As
y otros oxoaniones

Contaminantes emergentes

Fenol y compuestos fenólicos



Fármacos y cuidado personal

diclofenac
paracetamol
ibuprofeno
atenolol

Otros

azitracina

Microplásticos (MP)

Ecosistemas protegidos

Comunidades saludables

Economía circular

LÍNEAS DE ESTUDIO …
APLICABLES A LA RECUPERACIÓN DE LA SALUD DE LA AGUA

Síntesis de materiales cerámicos y carbonáceos y Nps metálicas por métodos verdes

- Soportes como alumina, silice, zirconia, ceria, titania y carbones activados
- Pd, In, Cu, Co, Ni

Eliminación catalítica y adsorción

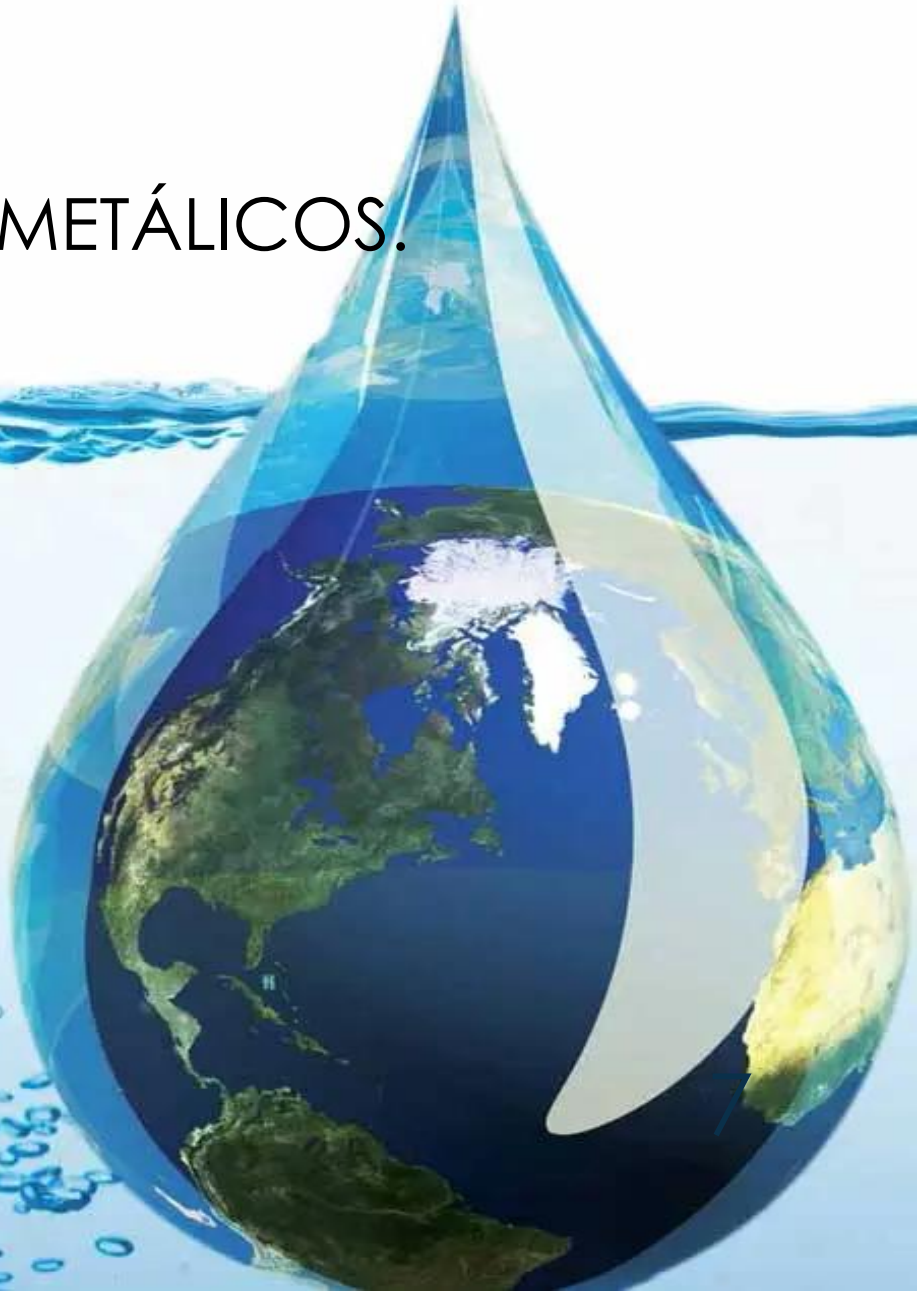
nitratos, nitritos, As, Cr y oxoaniones

Eliminación de contaminantes emergentes

fenol, diclofenac, paracetamol, ibuprofeno, atenolol, azitracina, MP

PRIMER DESAFÍO: NITRATOS

ELIMINACIÓN CATALÍTICA DE **NITRATOS Y NITRITOS** POR REDUCCIÓN CON CATALIZADORES BIMETÁLICOS.



Los nitratos son un tipo de contaminación muy común en nuestra región por eso es objeto de amplio estudio….
Principal fuente es la agricultura intensiva...

¿podemos convertir catalíticamente el nitrato en algo menos problemático?"

ELIMINACIÓN DE NITRATOS Y NITRITOS Y NO BUSCAMOS UNA ÚNICA SOLUCIÓN…

1. Empleando diferentes agentes **reductores**	• H_2 (g) • Acido Fórmico
2. Empleando diferentes **soportes** estructurados	• Monolitos cerámicos • Fibras de carbón, PMMA y de silice • Esferas de celulosa
3. Empleando diferentes configuraciones de **reactores**	• Tipo batch • Continuos
4. **Acoplando** a **tecnologías** separativas y electroquímicas	• Técnicas electroquímicas • Técnicas foto electro catalíticas y foto electro químicas.

Es decir, no solamente preguntamos '**¿funciona el catalizador?**'.
Preguntamos:
¿cómo hago para que funcione mejor, sea más selectivo y pueda realmente utilizarlo?"

1. EMPLEANDO DIFERENTES AGENTES REDUCTORES

Reacción general:

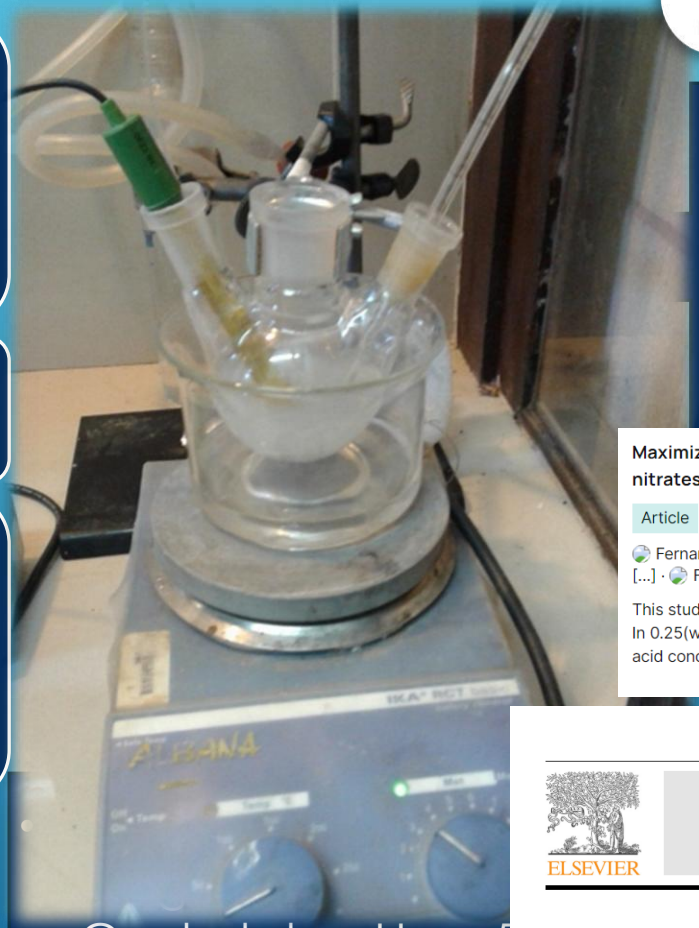
80 mL de agua

200mg catalizador pretratado (Pd,In/Alúmina 1:0.25 %m/m)

Para tratar concentrados entre 600 y 1300 ppmNO3.

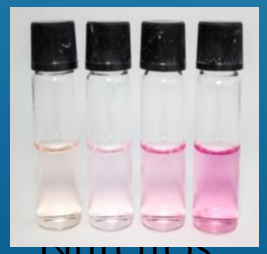
Una reacción típica inicia por:

Agregado de solución concentrada de Nitratos (600ppmNO3)



Ingreso del agente reductor:
. H2(g) o
. HCOOH

- Control de pH en 5 (HCl0.1M)
- Toma de muestras
- (NO3, NO2, NH4



Nitratos
Nitritos

Amonio

Catalysis Letters
https://doi.org/10.1007/s10562-018-2429-x

Nitrate Reduction of Brines from Water Desalination Plants Employing a Low Metallic Charge Pd, In Catalyst and Formic Acid as Reducing Agent

Fernanda M. Zoppas[1,2] · Andrea M. Bernardes[2] · E. E. Miró[1] · F. A. Marchesini[1]

Pd/In-based catalysts for nitrate catalytic removal from water. Synthesis designs aiming for better N2 selectivity

Article · Full-text available · February 2023

Water Science & Technology Water Supply

Nicolas Alejandro Sacco · Fernanda Miranda Zoppas · Vanina Aghemo · [...] · F. Albana Marchesini

Maximizing selectivity and activity in the catalytic reduction of nitrates with formic acid under optimal pH conditions

Article · Full-text available · January 2024

Fernanda Miranda Zoppas · Nicolas Alejandro Sacco · Thiago Beltrame · [...] · F. Albana Marchesini

This study delves into the catalytic reduction of nitrate in water using a Pd 1(wt%) In 0.25(wt%) catalyst supported on alumina. Investigating the influence of formic acid concentration, pH control, and catalyst characteristics on performance and...

Chapter

Nitrite Removal from Water: New Support Materials for Pd-Based Catalysts Aiming for a Low Ammonium Production

February 2024

DOI: 10.1007/978-3-031-49108-5_8

In book: Advances in Catalysts Research

Lab: F. Albana Marchesini's Lab

Journal of Environmental Chemical Engineering 6 (2018) 4764–4772

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Chemical Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jece

Improving selectivity to dinitrogen using Palladium-Indium coated on activated carbon fibers: Preparation, characterization and application in water-phase nitrate reduction using formic acid as an alternative reductant source

F.M. Zoppas[a,b], A.M. Bernardes[b], E. Miró[a], F.A. Marchesini[a,*]

[a] Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (FIQ, UNL-CONICET), Santiago del Estero, 2829, CP 3000, Santa Fe, Argentina
[b] Laboratório de Corrosão, proteção e reciclagem de materiais (LACOR UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970, Porto Alegre, Brazil

¿qué pasa realmente dentro del reactor?

Porque medir que desaparece el nitrato Tenemos que saber qué se está formando: nitrito, amonio, nitrógeno…

2. EMPLEANDO DIFERENTES SOPORTES

Reac Kinet Mech Cat
DOI 10.1007/s11144-016-1102-x

Pd and In addition onto Au nanoparticles supported on TiO_2 as a catalytic formulation for NO_3^- reduction in water

Alejandra Devard[1] · Vanina S. Aghemo[1] · Carlos A. Caballero Dorantes[2] · Mirella Gutierrez Arzaluz[3] · F. Albana Marchesini[1] · María Alicia Ulla[1]

Contents lists available at ScienceDirect

Applied Catalysis A: General

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apcata

Catalytic reduction of nitrate in water: Promoted palladium catalysts supported in resin

C. Neyertz, F.A. Marchesini, A. Boix, E. Miró, C.A. Querini *

Instituto de Investigaciones

Environmental Science and Pollution Research
https://doi.org/10.1007/s11356-020-10012-x

RESEARCH ARTICLE

Superficial properties of activated carbon fiber catalysts produced by green synthesis and their application in water purification

Fernanda Miranda Zoppas[1] · Thiago Favarini Beltrame[2] · Florencia Agustina Sosa[1] · Andrea Moura Bernardes[2] · Eduardo Miró[1] · Fernanda Albana Marchesini[1]

Received: 10 March 2020 / Accepted: 3 July 2020

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Catalysis Communications

journal homepage: www.elsevier.com/locate/catcom

Short Communication

Synthesis of Pd/Al_2O_3 coating onto a cordierite monolith and its application to nitrite reduction in water

Alejandra Devard, María Alicia Ulla, F. Albana Marchesini *

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, INCAPE (FIQ, UNL-CONICET), Santiago del Estero 2829, 3000 Santa Fe, Argentina

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Catalysis Communications

journal homepage: www.elsevier.com/locate/catcom

Short Communication

Controlled Pd deposition on carbon fibers by electroless plating for the reduction of nitrite in water

M.L. Bosko, F.A. Marchesini, L.M. Cornaglia, E.E. Miró *

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Catalysis Communications

journal homepage: www.elsevier.com/locate/catcom

Short Communication

Study of the interactions of Pd,In with SiO_2 and Al_2O_3 mixed supports as catalysts for the hydrogenation of nitrates in water

F.A. Marchesini, N. Picard, E.E. Miró *

Advances in Material Research and Technology
Series Ed.: Ikhmayies, Shadia Jamil
ISSN: 2662-4761

ACCEPTANCE LETTER

7 March, 202.21

Dear Profs. Drs. F. M. Zoppas, N. Sacco, V. Aghemo,T. F. Beltrame, F. Battauz, A. Devard, E. Miró, and F. A. Marchesini

I am glad to inform you that your chapter entitled **"Nitrite removal from water: New support materials for Pd-based catalysts aiming for a low ammonium production"** is accepted for publication in the e-book series on materials entitled "**Advances in Material Research and Technology**"

¿Por qué?
Porque el soporte no es simplemente algo donde ponemos el metal.
El soporte condiciona cómo está distribuido el metal, cómo llega el contaminante y cómo podemos recuperar y utilizar el catalizador."

3. EMPLEANDO DIFERENTES CONFIGURACIONES DE

I&EC research
Industrial & Engineering Chemistry Research

ARTICLE

pubs.acs.org/IECR

Evaluation of Pd−In Supported Catalysts for Water Nitrate Abatement in a Fixed-Bed Continuous Reactor

G. Mendow, F. A. Marchesini, E. E. Miró, and C. A. Querini*

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica-INCAPE-(FIQ-UNL, CONICET), Santiago del Estero 2654, 3000, Santa Fe, Argentina

DE GRUYTER International Journal of Chemical Reactor Engineering. 2019; 20180126

F. A. Marchesini[1] / G. Mendow[1] / N. P. Picard[1] / F. M. Zoppas[1] / V. S. Aghemo[1] / L. B. Gutierrez[1] / C. A. Querini[1] / E. E. Miró[1]

PdIn Catalysts in a Continuous Fixed Bed Reactor for the Nitrate Removal from Groundwater

[1] Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica-INCAPE-(FIQ-UNL, CONICET), Santiago del Estero 2829, Santa Fe 3000, Argentina, E-mail: albana@fiq.unl.edu.ar. https://orcid.org/0000-0003-2833-2368, https://orcid.org/0000-0002-7747-2183.

- Ajustamos las condiciones de reacción para lograr las mejores conversiones y selectividades.

Y después nos dimos cuenta de algo muy importante:
un buen catalizador en un reactor no necesariamente es un buen proceso.
Por eso empezamos a modificar la configuración del reactor y a estudiar algo que en el laboratorio muchas veces se simplifica demasiado:
la matriz real del agua.
Cuando aparecen calcio, magnesio y otros iones, la actividad cambia."
"**Entonces empezamos a acercarnos un poco más al agua real.**"

4. ACOPLANDO DIFERENTES TECNOLOGÍAS

Variamos para optimizar separación y conversión del nitrato…. Se genera fundamentalmente nitrito….

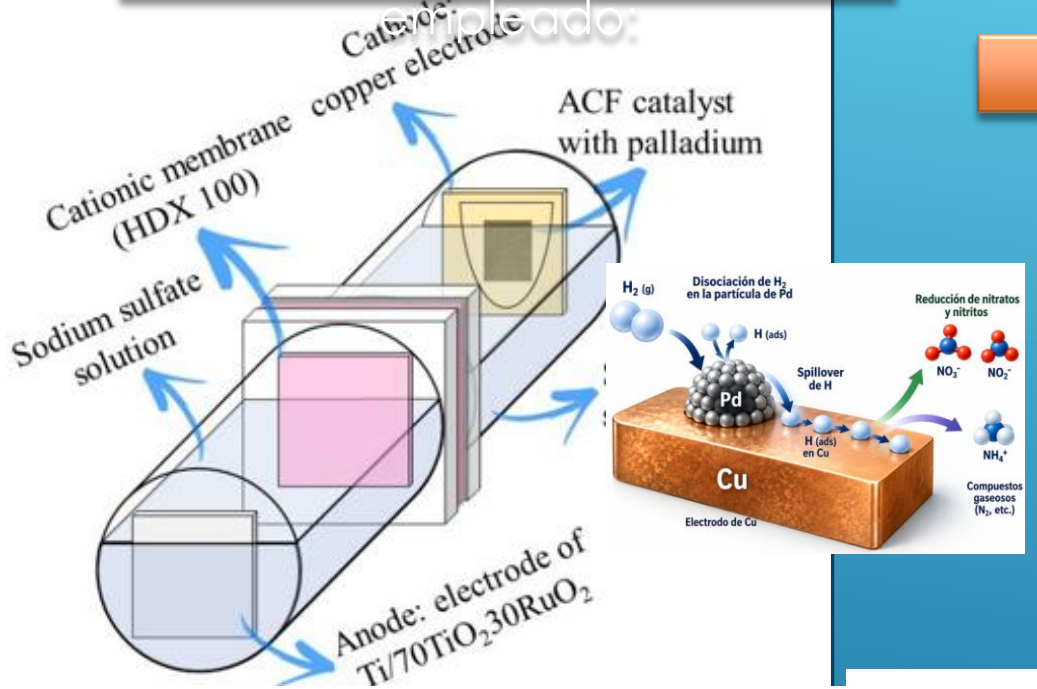
- la corriente, y
- el pH

Tratamos el nitrito con un catalizador de Pd (con diferentes cargas metálicas)

- PROPUSIMOS QUE: el agente reductor (H_2) se generaba a partir de la hidrolisis del agua…

Autores: Thiago Favarini Beltrame, Fernanda Gomes, Luciano Marder, Fernanda Albana Marchesini, Andrea Moura Bernardes

Esquema del reactor empleado:



Journal of Water Process Engineering 35 (2020) 101189

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Water Process Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jwpe

Use of copper plate electrode and Pd catalyst to the nitrate reduction in an electrochemical dual-chamber cell

Thiago Favarini Beltrame[a,b,*], Maria Carolina Gomes[a], Luciano Marder[a], Fernanda Albana Marchesini[b], Maria Alicia Ulla[b], Andrea Moura Bernardes[a]

[a] UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91509-900, Porto Alegre, RS, Brazil
[b] Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (FIQ-UNL, INCAPE-CONICET), Santiago del Estero 2829, 3000 Santa Fe, Argentina

Environmental Technology

ISSN: 0959-3330 (Print) 1479-487X (Online) journal homepage: http://www

Effect of operational parameters an
catalyst in the reduction of nitrate u
electrode

Thiago Favarini Beltrame, Vanessa Coelho, Luciano Ma
Ferreira, Fernanda Albana Marchesini & Andrea Moura

Chemosphere 279 (2021) 130832

Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: www.elsevier.com/locate/chemosphere

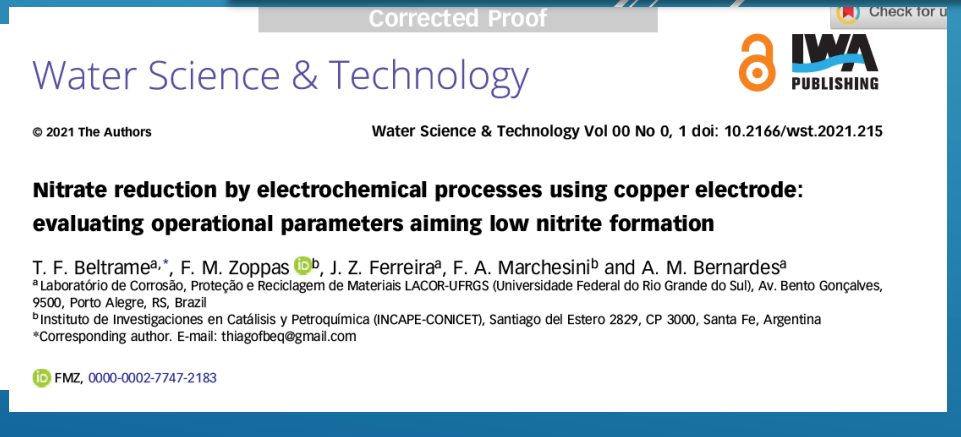
Electrochemical nitrate reduction of brines: Improving selectivity to N_2 by the use of Pd/activated carbon fiber catalyst

Thiago Favarini Beltrame[a,b,*], Fernanda Miranda Zoppas[b], Maria Carolina Gomes[a], Jane Zoppas Ferreira[a], Fernanda Albana Marchesini[b], Andrea Moura Bernardes[a]

[a] Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem de Materiais LACOR-UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, RS, Brazil
[b] Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE-CONICET), Santiago del Estero, 2829, Santa Fe, Argentina

Resultados Obtenidos

"Y acá dimos otro paso. Dejamos de pensar en una única tecnología.Porque quizás la mejor solución no sea pedirle todo a un único catalizador.Podemos separar, concentrar, convertir y después tratar selectivamente lo que queda."Y después:"La idea empezó a ser diseñar procesos, no solamente catalizadores."


Corrected Proof

Water Science & Technology

IWA PUBLISHING

© 2021 The Authors

Water Science & Technology Vol 00 No 0, 1 doi: 10.2166/wst.2021.215

Nitrate reduction by electrochemical processes using copper electrode: evaluating operational parameters aiming low nitrite formation

T. F. Beltrame[a,*], F. M. Zoppas[b], J. Z. Ferreira[a], F. A. Marchesini[b] and A. M. Bernardes[a]

[a] Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem de Materiais LACOR-UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, RS, Brazil
[b] Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE-CONICET), Santiago del Estero 2829, CP 3000, Santa Fe, Argentina
*Corresponding author. E-mail: thiagofbeq@gmail.com

FMZ, 0000-0002-7747-2183

5. METALES NO NOBLES

REACCIONES HECHAS	PPM	
Co19In1 Al2O3 + AC	10-25-50	Simple estequiometria (Relación AF:NO2-)
Ni19In1 Al2O3 + AC	10-25-50	
Co Al2O3	50	
Ni Al2O3	50	
Co Al2O3 + AC	50	
Ni Al2O3 + AC	50	

- Soportes: **Al2O3**, TiO2, SiO2
- Catalizadores:
  - Bimetálicos: Co19In1-Al2O3 y Ni19In1-Al2O3
  - Monometálicos: Co-Al2O3 y Ni-Al2O3 (Con y sin Ácido cítrico)
- Reductor: Ácido fórmico
- Concentración inicial: 50 ppm
- Sin control de pH

¿podemos hacer esto sin depender de metales nobles?"

"Empezamos entonces a trabajar con Cu, Co y Ni.

Son materiales más accesibles y económicos, y nos permiten pensar en una tecnología con mayor posibilidad de implementación."

Y entonces aparecieron otros problemas…..

PERO EL AGUA NO SOLAMENTE TRAE NITRATOS.

“También trae moléculas que nosotros mismos estamos incorporando continuamente al ambiente.”

SEGUNDO DESAFÍO: CONTAMINANTES EMERGENTES

ELIMINACIÓN CATALÍTICA DE **CONTAMINANTES EMERGENTES** POR OXIDACIONES AVANZADAS

Los CE son un tipo de contaminación
muy frecuente en nuestra región
Principalmente fenoles y derivados, Ibuprofeno, paracetamol, atenolol, Diclofenac

Principal fuente es la descarga de efluentes domiciliarios e industriales sin tratar...

Actualmente ≈700.000 compuestos detectados

>80% de las aguas residuales mundiales son vertidas sin tratamiento

Alta diversidad y dificultad para su regulación

En UE y EEUU solo se regulan entre 100 y 200 sustancias

Fenoles, fármacos, productos de cuidado personal…
Son moléculas muy diferentes entre sí.
Algunas están presentes en concentraciones muy bajas, pero el problema es su diversidad y su presencia continua.”

“Y acá cambia nuestra estrategia:
para los nitratos usamos reducción.
Para estos contaminantes necesitamos oxidación avanzada.”

Entonces empezamos a preguntarnos algo que parece muy simple, pero no lo es

¿cómo preparar el catalizador determina cómo va a trabajar?

Probamos diferentes sales precursoras, diferentes soportes y diferentes métodos de incorporación del cobre.”

ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES

Preparación de catalizadores

- Impregnación húmeda
- Método de sal fundida
- Método de intercambio iónico
- Método de reacción in situ
- Diferentes sales precursoras> $CuCl_2$, $CuSO_4$, $Cu(NO_3)_2$
- Metodo de autodescomposicion con sales de acido citirico, urea, edta
- Diferentes soportes: Alumina, silice, hidrogeneles de celulosa, resinas

Condiciones de reacción

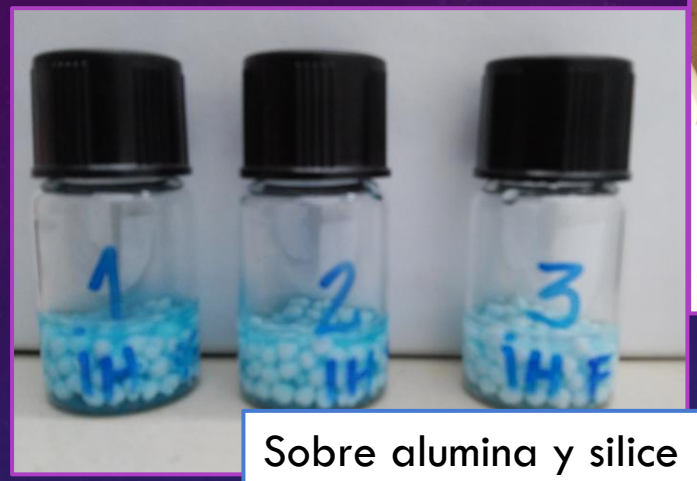
- Reactor batch/ H_2O_2/ carga de catalizador/ 1000 ppm Fenol

Resultados….

CATALIZADORES

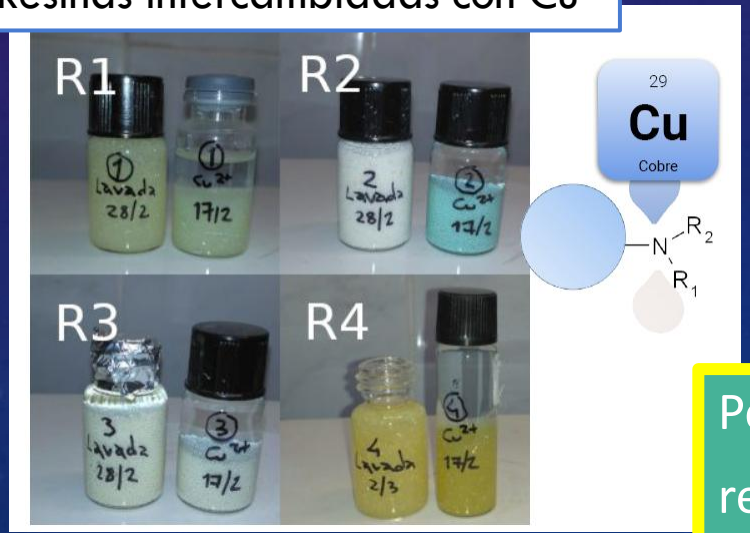
Y esto nos permitió construir una pequeña biblioteca de materiales:alúmina,sílice,hidrogeles,resinas…y diferentes formas de incorporar el cobre

Cobalto + Cobre

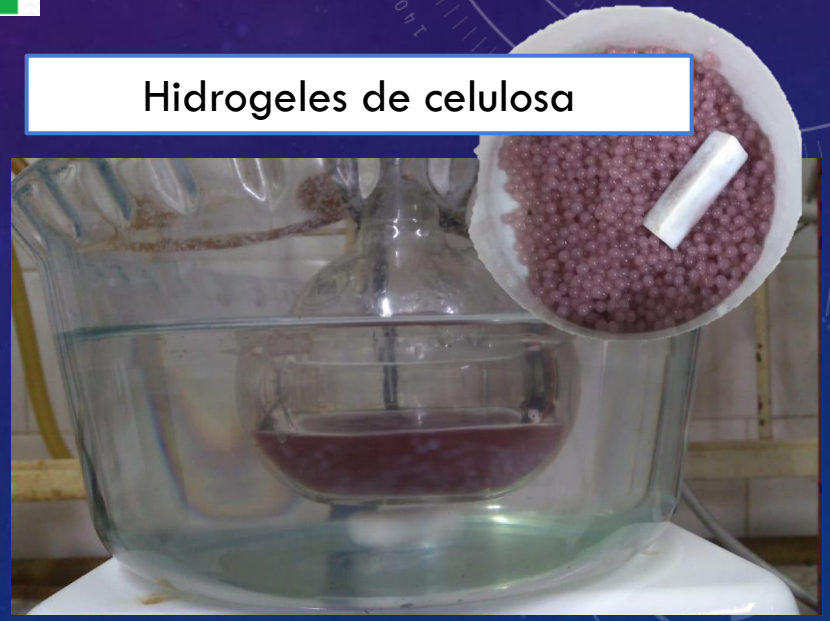


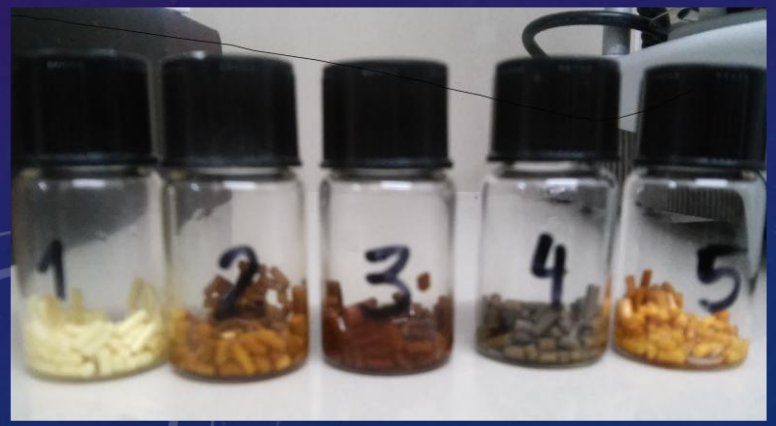
Sobre alumina y silice

Resinas intercambiadas con Cu



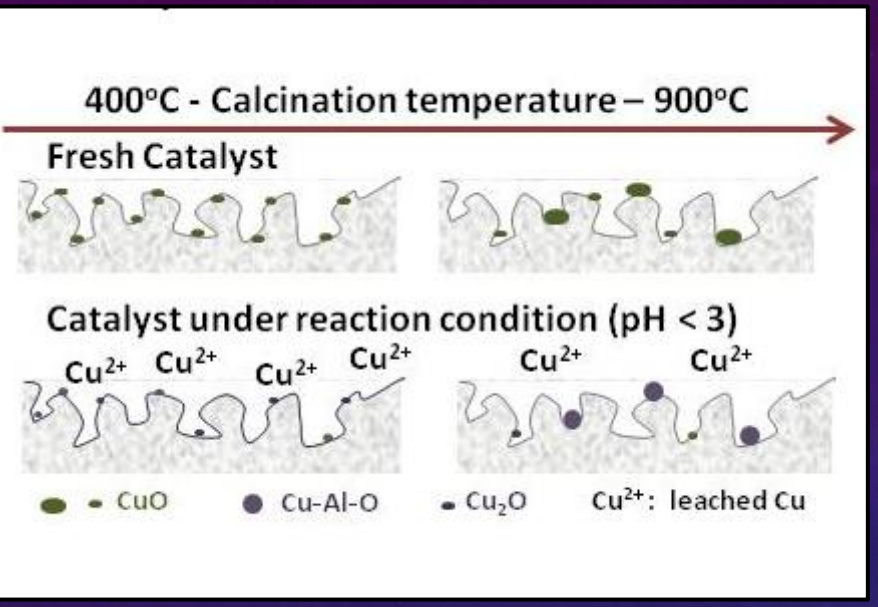
Hidrogeles de celulosa





Pero ahora viene la pregunta que realmente importa: ¿**cuál funciona**?”

RESULTADOS OBTENIDOS DE CONVERSION DE FENOL EN REACTOR BATCH A 70°C



A mayor T de calcinación, mayor anclado de la especie activa sobre el soporte, actividad similar, menor leaching!!!

Journal of Environmental Chemical Engineering 7 (2019) 103201

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Chemical Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jece

$Cu(5\%)/Al_2O_3$ catalytic performance on the phenol wet oxidation with H_2O_2: Influence of the calcination temperature

Alejandra Devard, Paula Brussino, F. Albana Marchesini, María Alicia Ulla*

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica - INCAPE (FIQ, UNL-CONICET), Santiago del Estero 2829, Santa Fe, 3000, Argentina

Tiene que convertir y no lixiviarse.”

Acá aparece algo interesante. Cambiar la T de calcinación no modifica demasiado la actividad… pero sí modifica fuertemente cuánto cobre queda realmente anclado al soporte.” Y eso nos lleva a una conclusión muy importante: **un catalizador no es bueno solamente porque convierte mucho.**

ENTONCES EMPEZAMOS A MODIFICAR EL SOPORTE (LA, MN)

Journal of Hazardous Materials Letters 3 (2022) 100059

Contents lists available at ScienceDirect

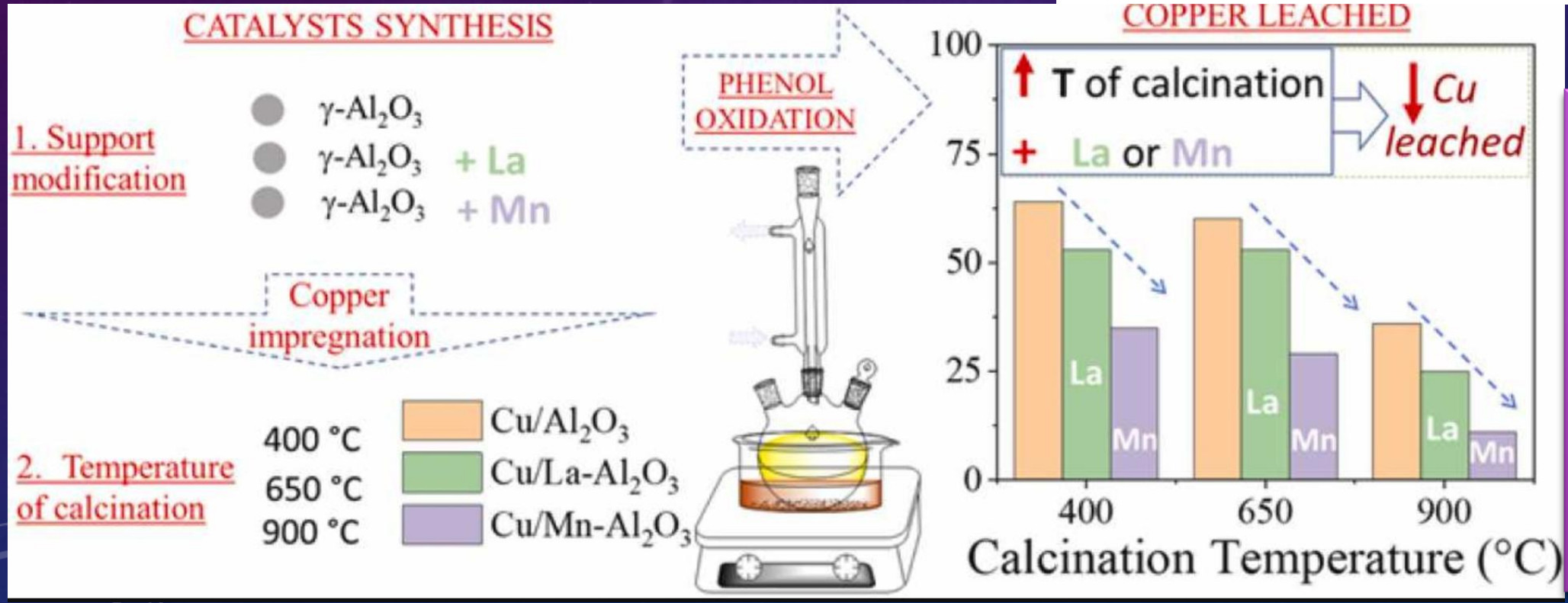
Journal of Hazardous Materials Letters

journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/journal-of-hazardous-materials-letters

Synthesis design of Cu/Al_2O_3 catalysts to decrease copper leaching in the catalytic wet peroxide oxidation of phenol

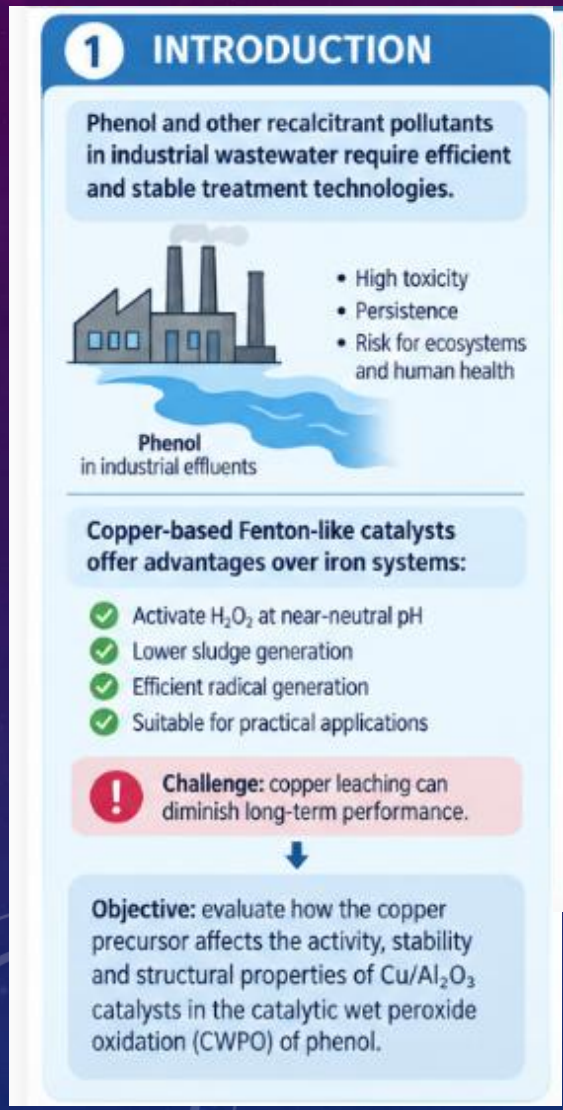
N.A. Sacco [a], M.E. Lovato [b], F.A. Marchesini [a], A.V. Devard [a,*]

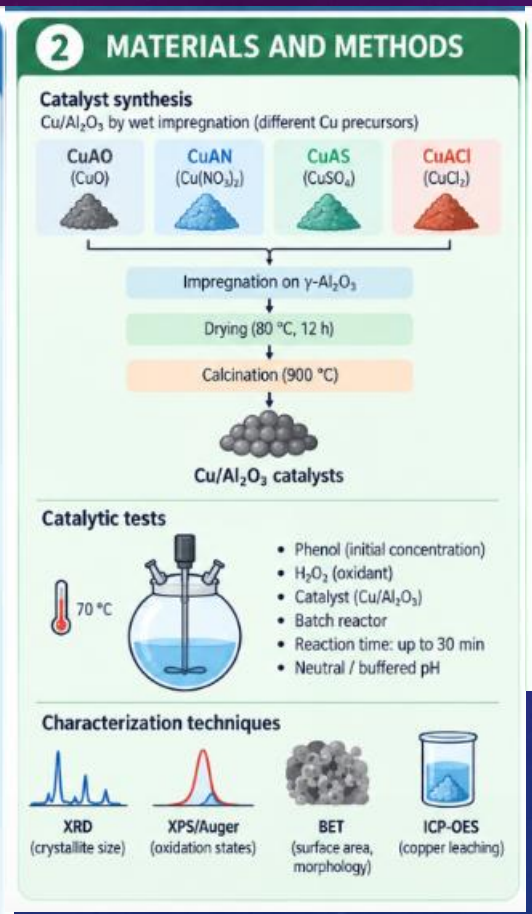
[a] Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, INCAPE (UNL-CONICET), Facultad de Ingeniería Química, Santiago del Estero 2829, 3000 Santa Fe, Argentina
[b] Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), (Universidad Nacional del Litoral and CONICET), Intec I. CCT Santa Fe, Colectora de la Ruta Nacional No. 168, Km. 472.5, 3000 Santa Fe, Argentina

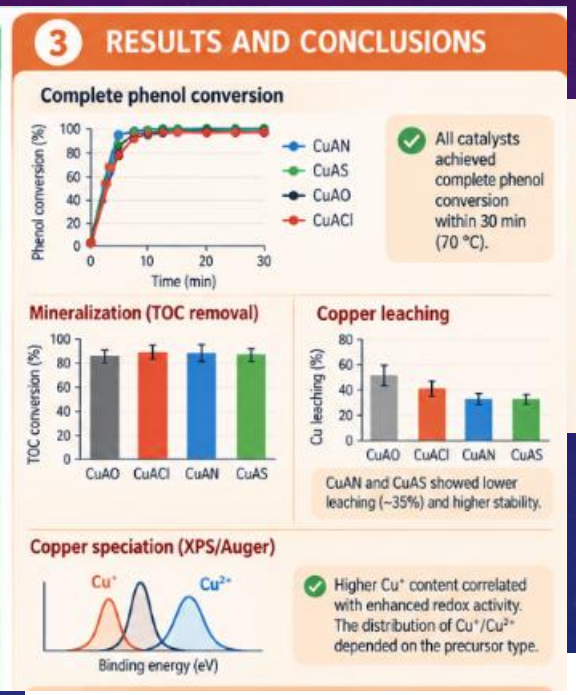


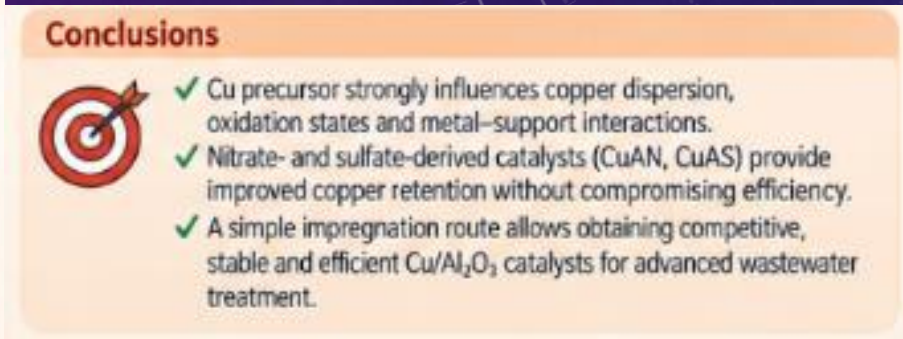
Entonces empezamos a modificar el soporte.
No para buscar simplemente más superficie.
Sino para controlar dónde está la fase activa y cómo interactúa con el soporte.”

ELIMINACION DE FENOL Y AUMENTO DE LA ESTABILIDAD DE LA FASE ACTIVA









Received: 14 July 2025 Revised: 30 September 2025 Published online in Wiley Online Library: 16 December 2025

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jctb.70121

Influence of copper precursor on the activity and stability of Cu/Al_2O_3 catalysts for advanced oxidation process reaction

Alejandra Verónica Devard,* Nicolás Alejandro Sacco, Fernanda Miranda Zoppas, Emerson Burna and Fernanda Albana Marchesini

MEJORA EN LOS CATALIZADORES PARA OBTENER AGUA DE CALIDAD

catalysts

MDPI

Article

Citric Acid-Assisted Stabilization of Cu–La/Al_2O_3 Catalysts for Catalytic Wet Peroxide Oxidation of Phenol

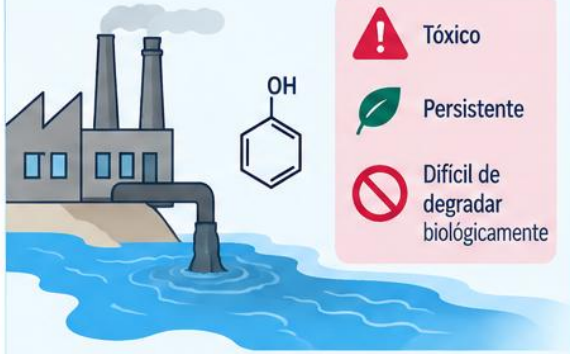
Nicolás A. Sacco *, Victoria Salinas, Constanza Pierantoni, Emerson Burna, Fernanda Miranda Zoppas and Fernanda Albana Marchesini *

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, INCAPE (UNL-CONICET), Facultad de Ingeniería ... Santiago del Estero 2829, Santa Fe 3000, Argentina
...A.S.); albana@fiq.unl.edu.ar (F.A.M.)

1 EL RESIDUO: UN DESAFÍO AMBIENTAL

Efluentes industriales con fenol

Provenientes de las industrias petroquímica, farmacéutica y agroquímica.



- Tóxico
- Persistente
- Difícil de degradar biológicamente

Necesidad

Tecnologías eficientes para su eliminación sin generar contaminación secundaria.

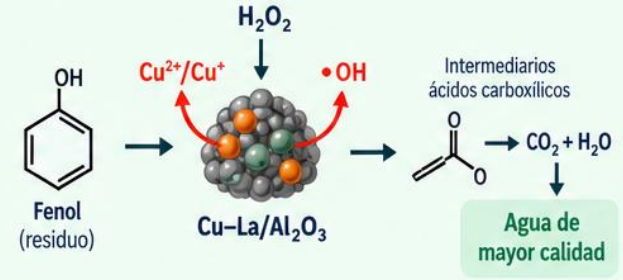
Nuestra propuesta

Transformar un residuo contaminante en agua de calidad mediante catálisis, obteniendo un proceso estable y sostenible.

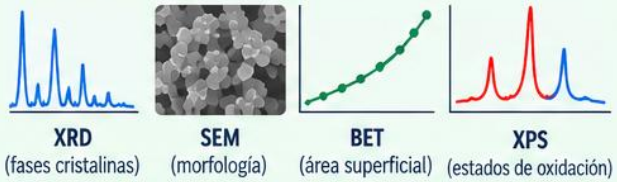
2 MATERIALES, MÉTODOS Y MECANISMO

Diseño del catalizador

Mecanismo de oxidación de fenol (CWPO)

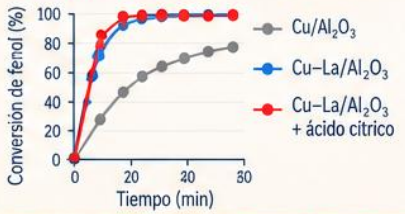


Caracterización de los materiales



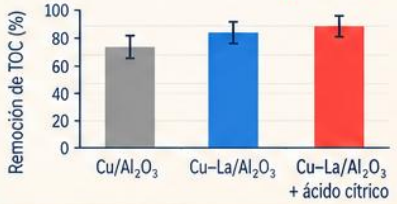
3 RESULTADOS PRINCIPALES Y VALOR OBTENIDO

Conversión de fenol



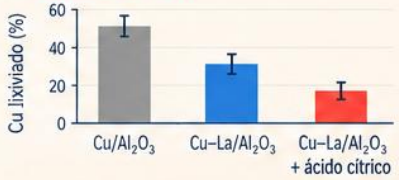
Conversión completa de fenol en 20–30 min.

Eliminación de materia orgánica (TOC)



Altas remociones de TOC: **84–95%.**

Lixiviado de cobre



El ácido cítrico reduce el lixiviado de Cu hasta 50%.
Mejor catalizador: **18%** después de 2 h.

Conclusiones – Valor obtenido

- El ácido cítrico y La estabilizan las especies de cobre y favorecen una mayor interacción metal–soporte.
- **Cu5.0/La–A–900–1**: 91% de remoción de TOC y solo 18% de lixiviado de Cu.
- La CWPO con Cu–La/Al_2O_3 convierte un residuo contaminante en agua de calidad, de forma eficiente y sostenible.

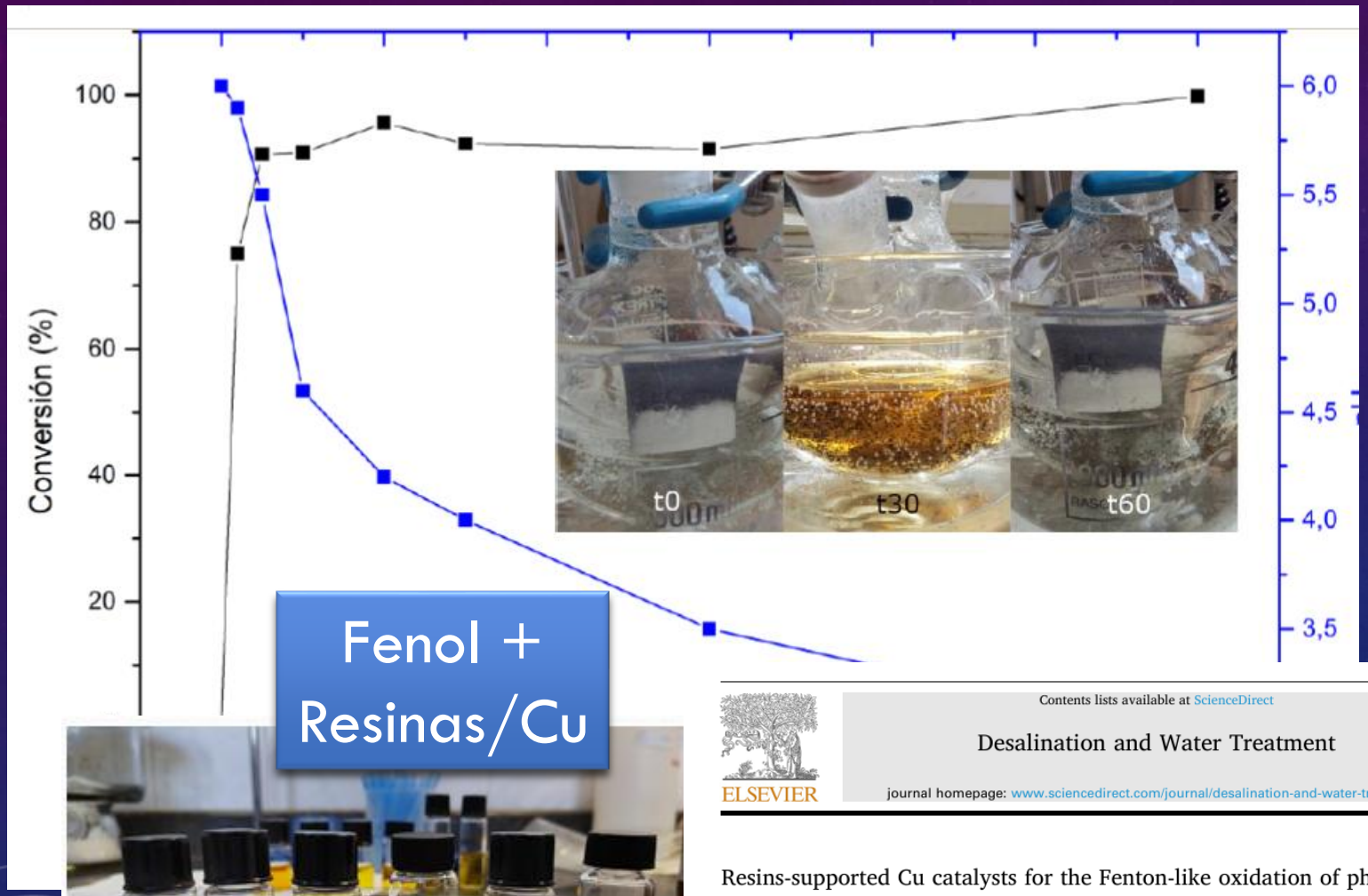
Entonces nuestra pregunta dejó de ser:‘

¿cómo elimino el fenol?’

y pasó a ser:‘

¿cómo elimino el fenol sin generar un nuevo problema?’”

OTRA ALTERNATIVA…. ELIMINACION DE FENOL EMPLEANDO CU/RESINAS



Fenol + Resinas/Cu

Condiciones de reacción

- T 40 a 70°C, P 1atm
- Catalizador con 5 a 10%wt. de CuO
- H_2O_2 como agente oxidante (10ml 100vol)
- Tiempo de reacción 2h
- 18 mmol Cu en la reacción

Contents lists available at ScienceDirect

Desalination and Water Treatment

journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/desalination-and-water-treatment/

ELSEVIER

Resins-supported Cu catalysts for the Fenton-like oxidation of phenol from water

Fabio D. Battauz, Fernanda Miranda Zoppas, Nicolás A. Sacco, F. Albana Marchesini *

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica - INCAPE. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina, Santiago del Estero 2829, Santa Fe 3000, Argentina

“y entonces aparece otro desafío.
El agua ya no solamente contiene moléculas.
También contiene **partículas**.”

“Microplásticos…… Microcauchos.

Y entonces el problema deja de ser solamente químico: también es físico, ambiental y tecnológico.”

ESTUDIO DE MICROPLASTICOS Y MICROCAUCHOS

Chemical Engineering Journal Advances 16 (2023) 100529

Contents lists available at ScienceDirect

Chemical Engineering Journal Advances

journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-journal-advances

Catalytic approaches for the removal of microplastics from water: Recent advances and future opportunities

Fernanda Miranda Zoppas [a,*], Nicolás Sacco [a], Jesica Soffietti [b], Alejandra Devard [a], Faheem Akhter [c], Fernanda Albana Marchesini [a]

[a] Facultad de Ingeniería Química, Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, INCAPE (UNL-CONICET), Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina
[b] Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina
[c] Quaid-e-Awam University of Engineering, Science and Technology, Pakistan

Lineas en tratamiento de agua con microplasticos y microcauchos, empleando carbonato, percarbonato y agua oxigenada como agentes oxidantes, activados con Catalizadores con Cu.

microplastics

MDPI

Review

Recent Advances in Microplastics Removal from Water with Special Attention Given to Photocatalytic Degradation: Review of Scientific Research

Nicolás Alejandro Sacco [1,*], Fernanda Miranda Zoppas [1], Alejandra Devard [1], María del Pilar González Muñoz [2], Gonzalo García [3] and Fernanda Albana Marchesini [1]

1 Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, INCAPE (UNL-CONICET), Facultad de Ingeniería Química, Santiago del Estero 2829, Santa Fe 3000, Argentina; albana.marchesini@gmail.com (F.A.M.)
2 Departamento de Química, Universidad de Guanajuato, Cerro de La Venada S/N, C.P., Guanajuato 36040, Mexico
3 Departamento de Química, Instituto Universitario de Materiales y Nanotecnología, Universidad de La Laguna (ULL), P.O. Box 456, 38200 La Laguna, Spain
* Correspondence: nsacco@fiq.unl.edu.ar

Y cuando pensábamos que el problema, aparece otro desafío."

"Porque el agua no solamente contiene moléculas."

"También contiene partículas."

"Microplásticos. Microcauchos."

"Y hacia el presente cambia: ya no es solamente químico. Es físico, ambiental y tecnológico."

"Entonces

Waste Rubber Circularity as a Coupled Solid–Liquid Challenge: A Critical Review of Recovery Technologies and Contaminant Management.

Nicolas Alejandro Sacco[1], Fernanda Miranda Zoppas[1], Emilse Priscilla Gutiérrez Martínez, Daniela Preciado Díaz, M. Pilar González-Muñoz and Fernanda Albana Marchesini [1]*

[1]Instituto de Investigaciones en Catalisis y Petroquímica (INCAPE) Concejo Nacional de investigaciones científicas y tecnologicas (CONICET), Facultad de Ingeniería Química (FIQ) Universidad nacional del litoral (UNL), Edificio Gollan, Santiago del Estero 2829, Santa Fe 3000, Argentina.

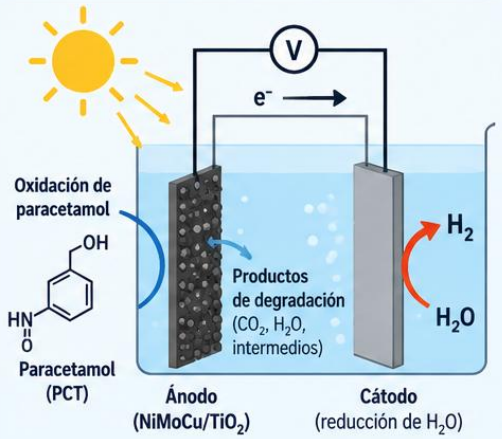
[2]Departamento de Química. División de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Guanajuato, Venada s/n. Colonia Pueblito de Rocha, Guanajuato, Guanajuato, 36040, México.

Correspondence: *albana@fiq.unl.edu.ar

Y SI SOMOS CAPACES DE OXIDAR UN CONTAMINANTE…
¿PODEMOS APROVECHAR ESA REACCIÓN?
¿PODEMOS PASAR DE TRATAR UN RESIDUO…A RECUPERAR ALGO DE VALOR ENERGÉTICO?

1 CONCEPTO: DEL PARACETAMOL AL HIDRÓGENO

Un mismo fotoelectrocatalizador permite oxidar paracetamol (contaminante emergente) y producir hidrógeno verde bajo irradiación solar.

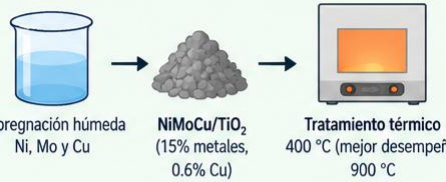


- La luz solar genera pares e^-/h^+ en el TiO_2.
- El paracetamol se oxida en el ánodo, consumiendo h^+ y generando intermedios que se mineralizan.
- Los electrones migran al cátodo y reducen el agua, produciendo H_2.
- Proceso **bifuncional**: remediación ambiental + producción de energía limpia.

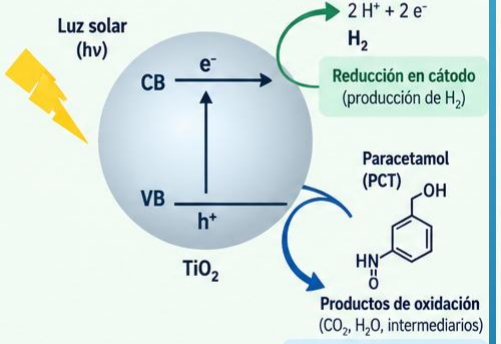
Aprovecha un contaminante como fuente de electrones para generar H_2.

2 MATERIALES, MÉTODO Y MECANISMO

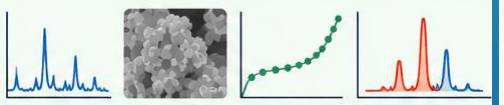
Síntesis del fotoelectrocatalizador



Mecanismo de reacción simplificado

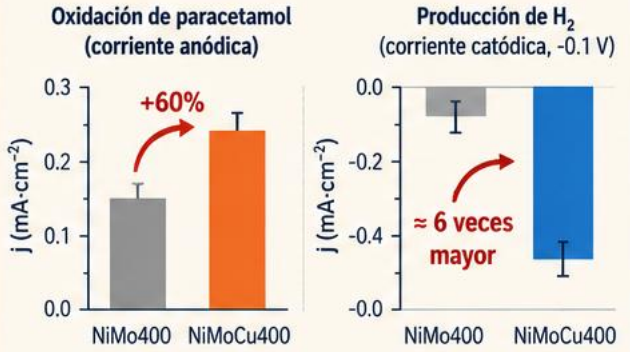


Técnicas de caracterización



3 RESULTADOS PRINCIPALES Y CONCLUSIONES

Mayor actividad con Cu y tratamiento a 400 °C



Estructura y propiedades clave

- Formación de $NiTiO_3$ y mayor cristalinidad con Cu.
- NiMoCu400: anatasa (predominante) + brookita + rutilo (tamaño de cristalita 21–47 nm).
- Alta área superficial (44.4 $m^2 \cdot g^{-1}$) y mayor área electroquímica.
- Mayor concentración de vacancias de oxígeno.
- NiMoCu900: solo rutilo, menor área (1.4 $m^2 \cdot g^{-1}$) y bajo desempeño a pesar de mayor fotosensibilidad.

Conclusiones

- El dopaje con Cu mejora significativamente la producción de H_2 y la degradación de paracetamol.
- NiMoCu400 es el catalizador óptimo.
- La preservación de la estructura y la actividad redox superficial son críticas para el desempeño fotoelectrocatalítico.
- Esta estrategia ofrece una plataforma prometedora para el tratamiento de aguas y la producción sostenible de hidrógeno verde.

catalysts MDPI

Article

Copper-Enhanced NiMo/TiO_2 Catalysts for Bifunctional Green Hydrogen Production and Pharmaceutical Pollutant Removal

Nicolás Alejandro Sacco [1], Fernanda Albana Marchesini [1], Ilaria Gamba [2] and Gonzalo García [2,*]

[1] Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, INCAPE (UNL-CONICET), Facultad de Ingeniería Química, Santa Fe 3000, Argentina; nsacco@fiq.unl.edu.ar (N.A.S.); albana.marchesini@gmail.com (F.A.M.)
[2] Instituto Universitario de Materiales y Nanotecnología, Departamento de Química, Universidad de La Laguna, 38200 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, Spain; ilgamba@ull.edu.es
* Correspondence: ggarcia@ull.edu.es

Es posible obtener energia a partir de la oxidacion de contaminantes del agua….

MEJORA EN LOS CATALIZADORES PARA OBTENER AGUA DE CALIDAD Y ENERGIA

1 CONTEXTO Y OBJETIVO
Residuos con valor: tratamiento y sostenibilidad

El desafío

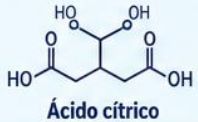
Efluentes industriales contienen fenol y compuestos recalcitrantes → tóxicos, persistentes y difíciles de degradar.

Se necesitan tecnologías eficientes, estables y sosteniibles.

Nuestra estrategia

Catalizadores de Cu promovidos con La sobre γ-Al_2O_3 usando ácido cítrico como agente complejante.

γ-Al_2O_3



Ácido cítrico

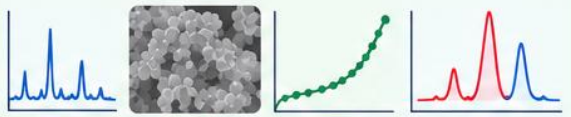
Objetivo

Mejorar la actividad y estabilidad de catalizadores Cu–La/Al_2O_3 para la oxidación de fenol mediante CWPO, reduciendo el lixiviado de cobre y generando un proceso de tratamiento con valor.

2 MATERIALES Y MÉTODOS
Síntesis, caracterización y evaluación catalítica

Síntesis del catalizador

Caracterización de los materiales

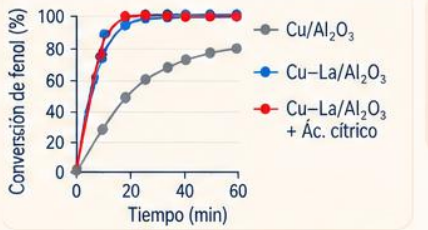


Evaluación catalítica: CWPO de fenol

- Fenol (solución acuosa)
- H_2O_2 (oxidante)
- Catalizador Cu–La/Al_2O_3
- 70 °C, fase líquida
- Tiempo de reacción: 2 h
- Seguimiento por HPLC, TOC y Cu lixiviado (ICP-OES)

3 RESULTADOS PRINCIPALES Y CONCLUSIONES
Alta actividad, estabilidad y generación de valor

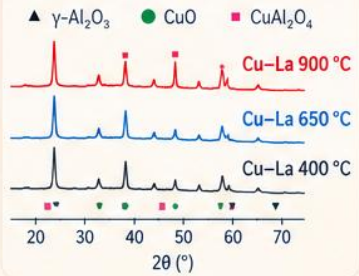
Conversión de fenol



- Conversión completa de fenol en 20–30 min.
- TOC: 84–95%.

Lixiviado de cobre

Fases cristalinas (XRD)



Conclusiones

- El ácido cítrico estabiliza las especies de cobre, reduciendo el lixiviado hasta un 50%.
- La incorporación de La y la calcinación a 900 °C favorecen la formación de fases $CuAl_2O_4$/$CuAlO_2$ y una interacción metal–soporte más fuerte.
- Se logra un excelente balance actividad–estabilidad (91% TOC y 18% de lixiviado de Cu).
- La CWPO con catalizadores Cu–La/Al_2O_3 permite transformar un residuo contaminante en un proceso con valor ambiental y tecnológico.

Del residuo catalíticamente obtenemos valor

AGUA MÁS LIMPIA · CATALIZADORES MÁS ESTABLES · PROCESOS MÁS SOSTENIBLES

No se trata solamente de eliminar un contaminante; se trata de transformar un problema ambiental en calidad para el agua

Del contaminante a la calidad.
Del residuo a la oportunidad.”
“Porque detrás de cada resultado hay algo mucho más simple:
una gota de agua que todos necesitamos.”
“Y esa gota merece ser de calidad.”
“Por eso, no se trata solamente de eliminar contaminantes…
se trata de devolverle al agua la calidad que necesita para dar vida.”

“Y esto no lo hacemos solos:

“Del laboratorio a Iberoamérica, para el agua que todos bebemos.”
Gracias.

A quienes están hoy y a quienes estuvieron en distintos momentos de este camino.”
“Porque cada resultado que les mostré tiene detrás horas de laboratorio, discusiones, errores, ideas, tesis, becas y muchísimo trabajo colectivo.”
“Y quiero agradecer también a nuestros colaboradores y a la red que nos permitió salir del laboratorio, compartir capacidades y pensar estos problemas desde Iberoamérica.”