

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
Departamento de Ingeniería Química



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

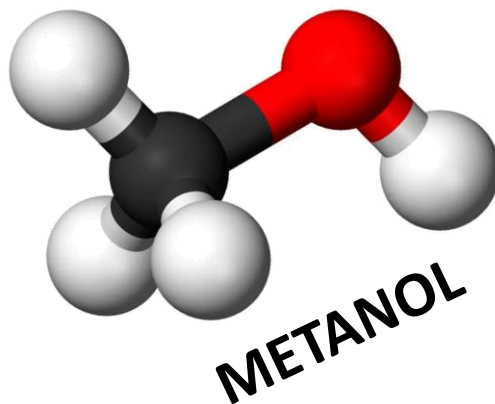
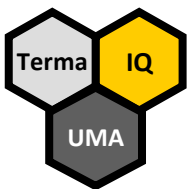
CATALIZADORES ESTRUCTURADOS DE BASE CARBONOSA PARA LA PRODUCCIÓN DE METANOL MEDIANTE HIDROGENACIÓN DE CO₂



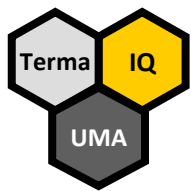
JORNADA DE JÓVENES
INVESTIGADORES DEL GEC

BAEZA 20-22 NOVIEMBRE 2024

**Rocío Jiménez-Gómez, Ramiro Ruiz-Rosas,
Juana María Rosas, José Rodríguez-Mirasol, Tomás Cordero**



**MOLÉCULA
PLATAFORMA**

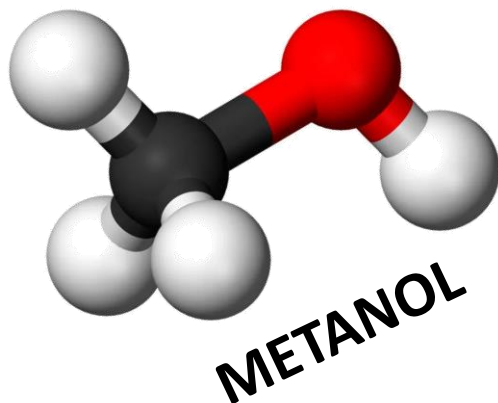


Introducción

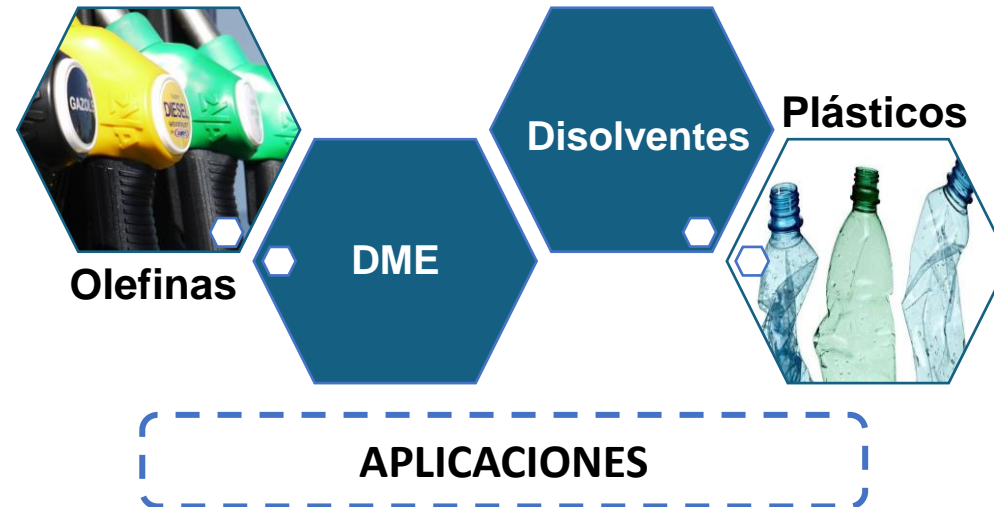
Experimental

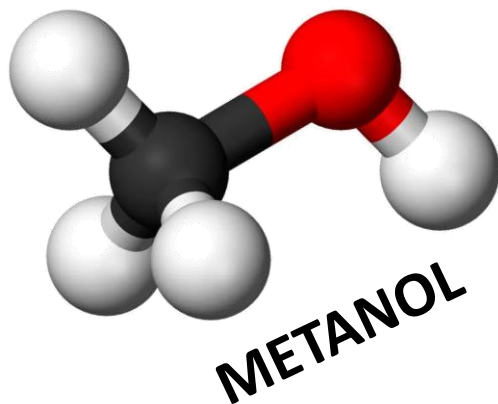
Resultados

Conclusiones

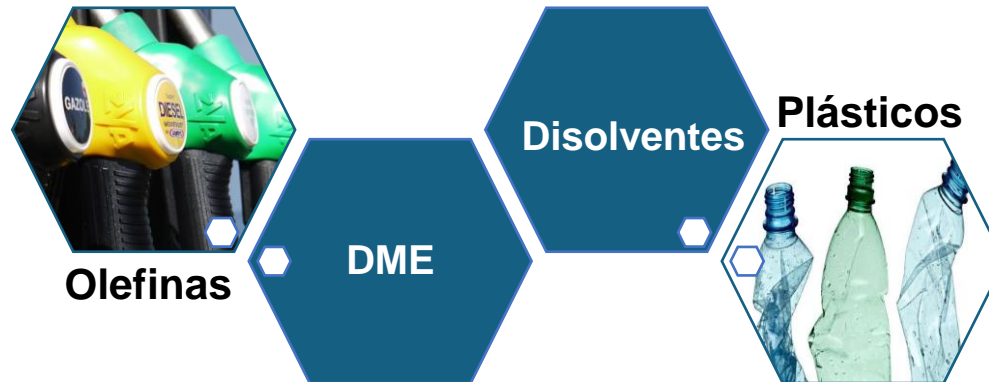


**MOLÉCULA
PLATAFORMA**



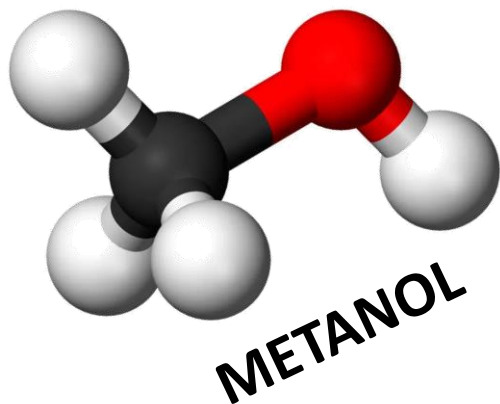


MOLÉCULA PLATAFORMA

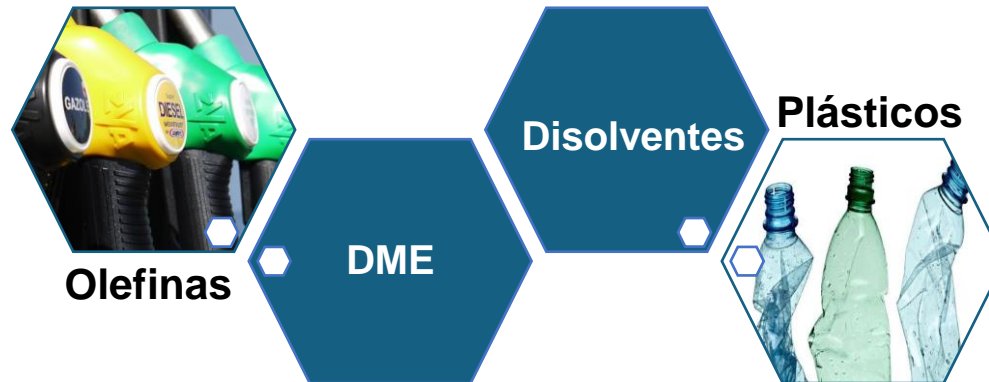


APLICACIONES

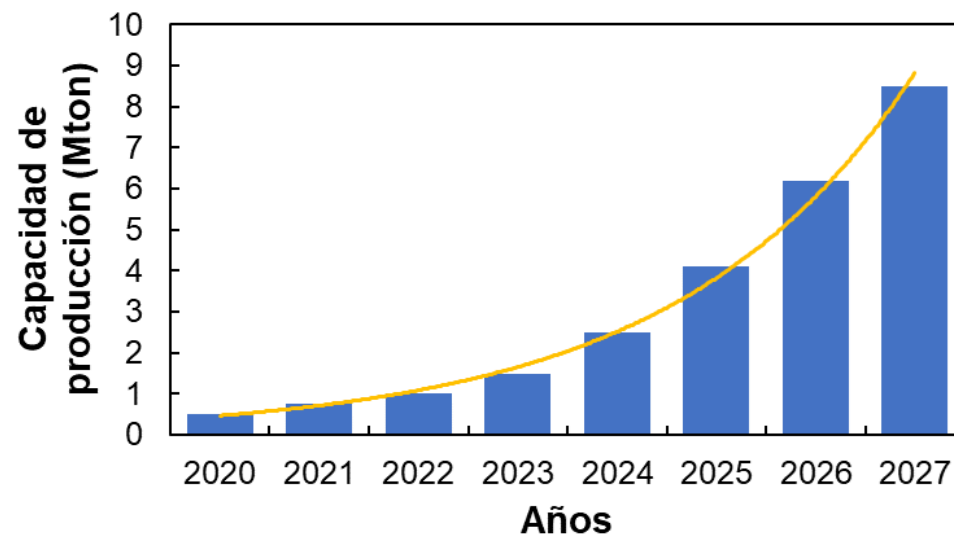


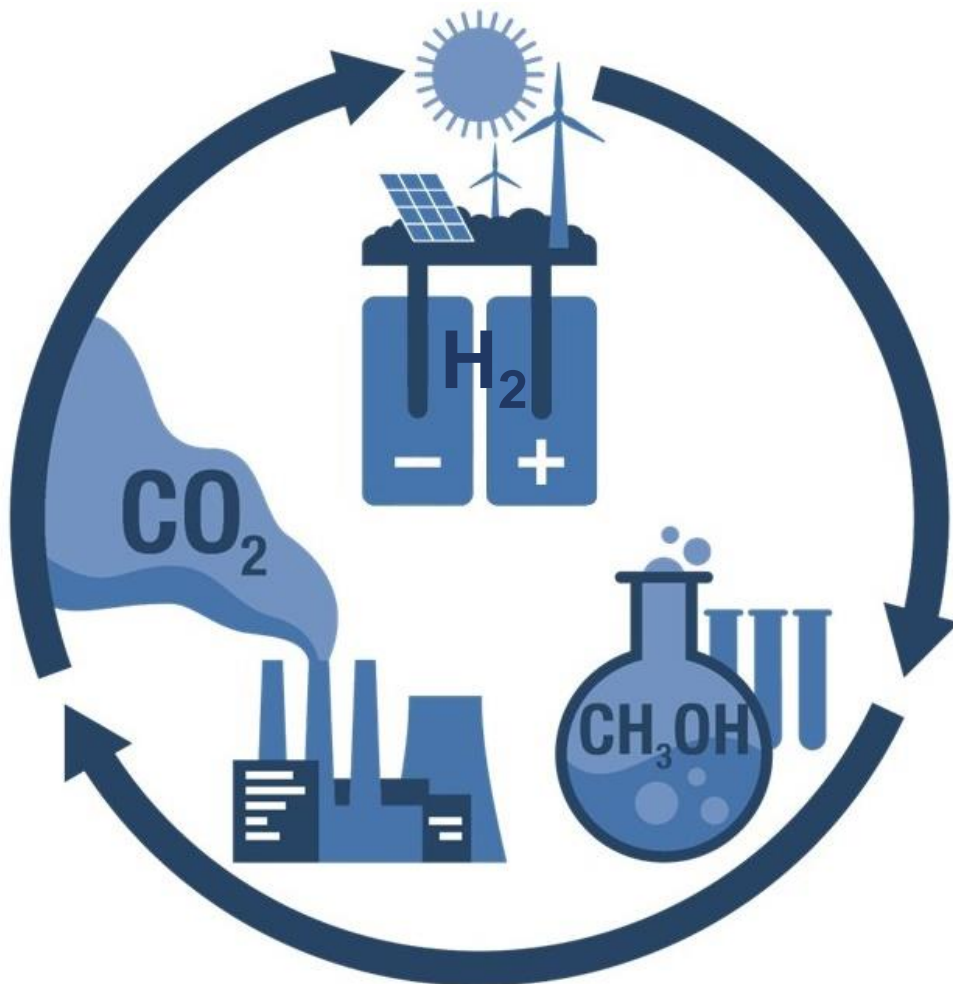


MOLÉCULA PLATAFORMA

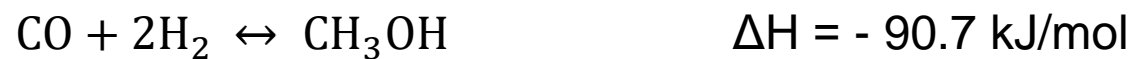
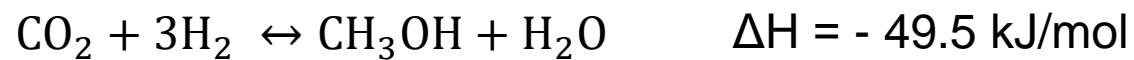


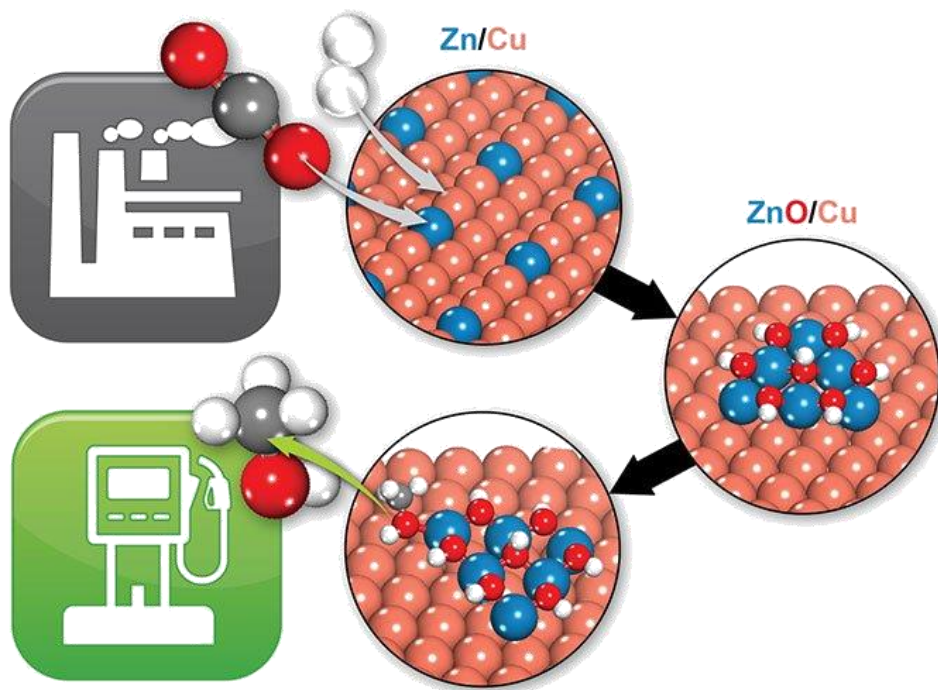
APLICACIONES





Hidrogenación de CO₂ para producir metanol





Cu/ZnO/Al₂O₃

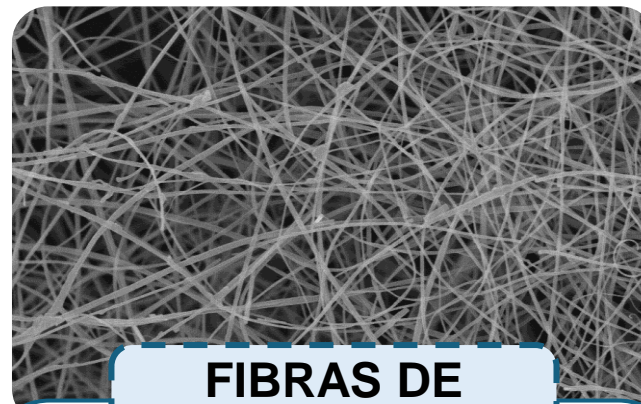
- T = 200 – 300 °C
- P = 3 – 5 MPa
- H₂/CO₂ = 3/1

DESVENTAJAS

- ✗ Desactivación por deposición de coque.
- ✗ Pérdida de carga en el reactor.
- ✗ Resistencia al agua.
- ✗ Sinterización del cobre.

MORFOLOGÍA FIBRILAR

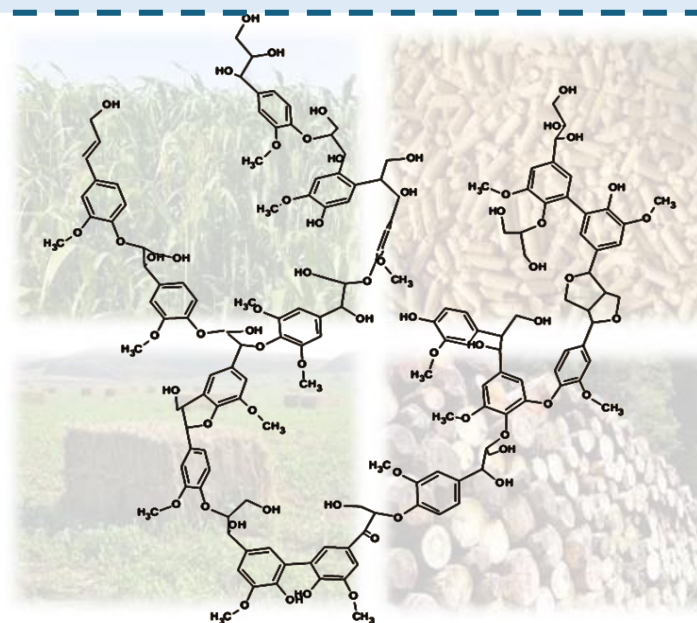
- Reducción de los problemas difusionales de masa y energía.
- Mayor dispersión de la fase activa.
- Disminución de la pérdida de carga.



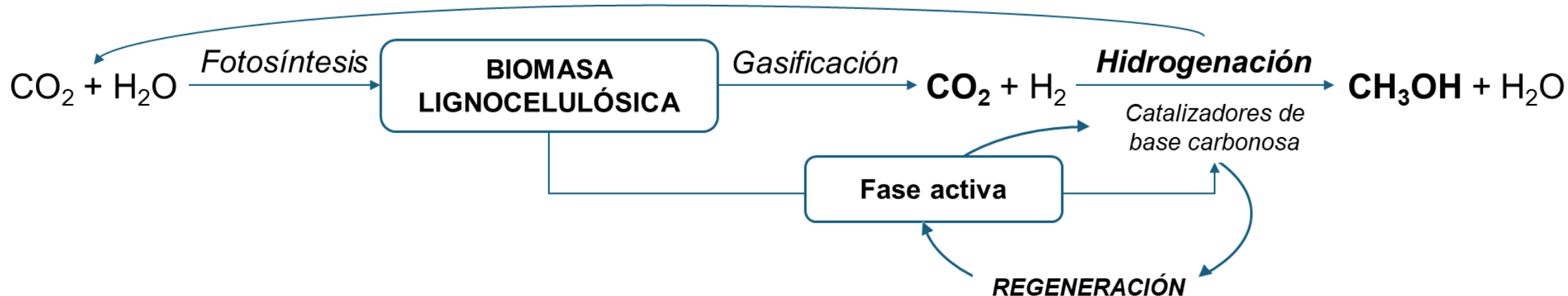
FIBRAS DE CARBONO

- Origen renovable.
- Química superficial controlable.
- Tamaño submicrométrico.

LIGNINA COMO PRECURSOR DEL SOPORTE CATALÍTICO

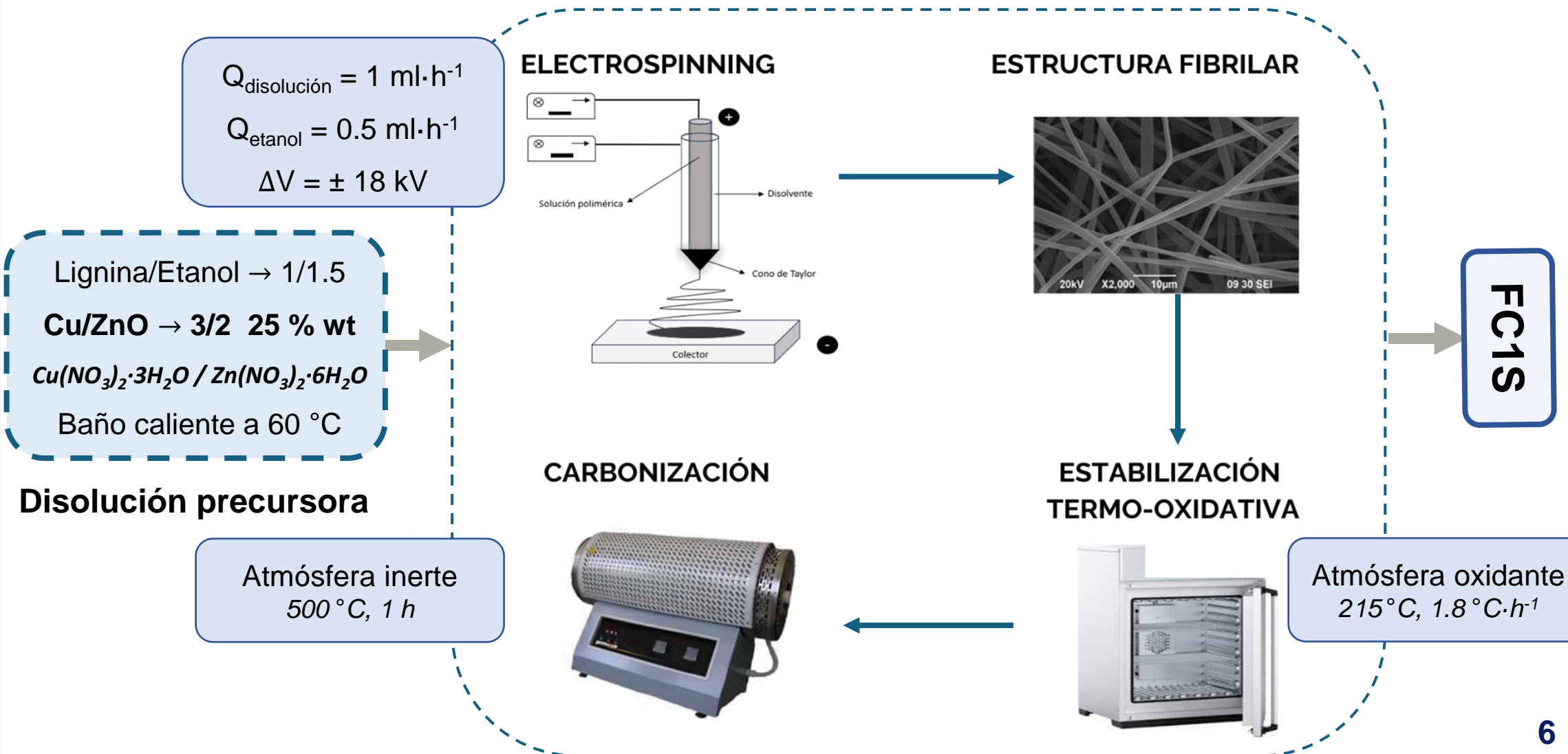


GASIFICACIÓN DEL CATALIZADOR

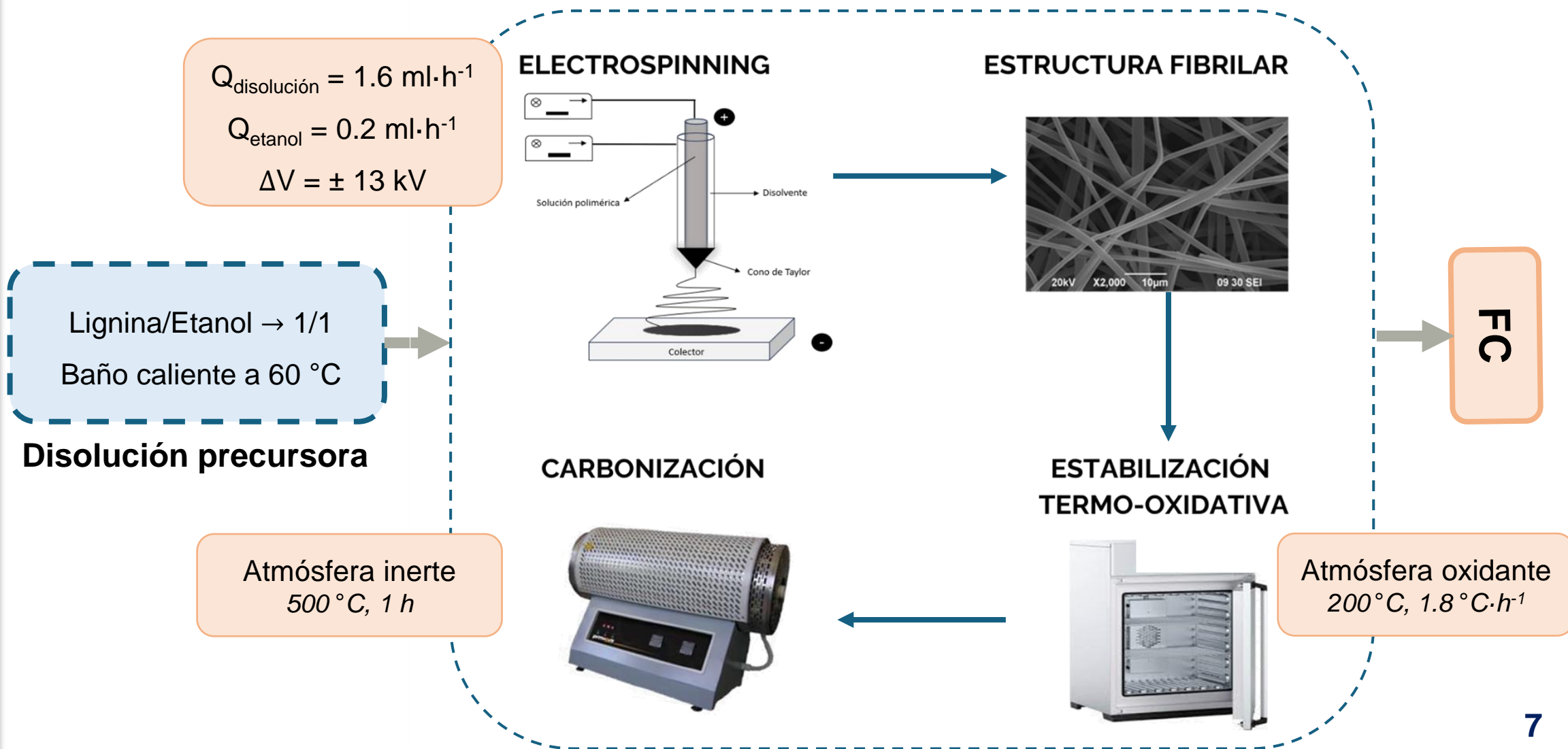


El objetivo de este trabajo consiste en el estudio de la preparación de catalizadores fibrilares de cobre y zinc derivados de residuos biomásicos y su actividad catalítica en la reacción de hidrogenación de CO₂ para la obtención de metanol.

Preparación de los catalizadores → Funcionalización de las fibras de lignina en un solo paso

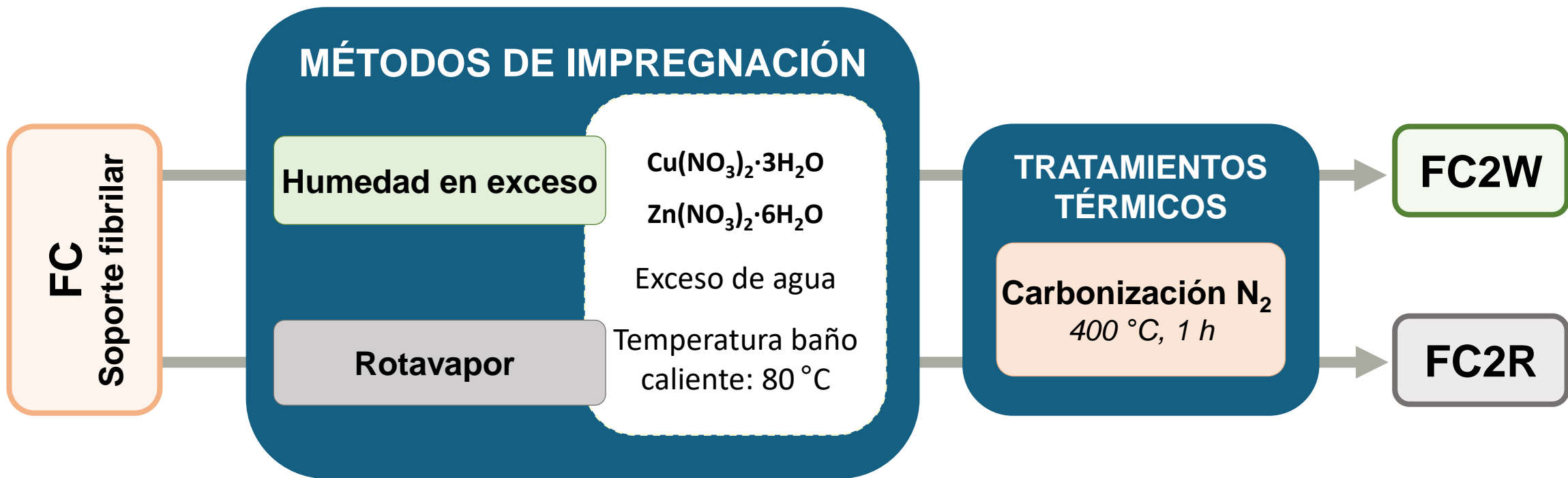


Preparación de los catalizadores → Funcionalización de las fibras de carbono

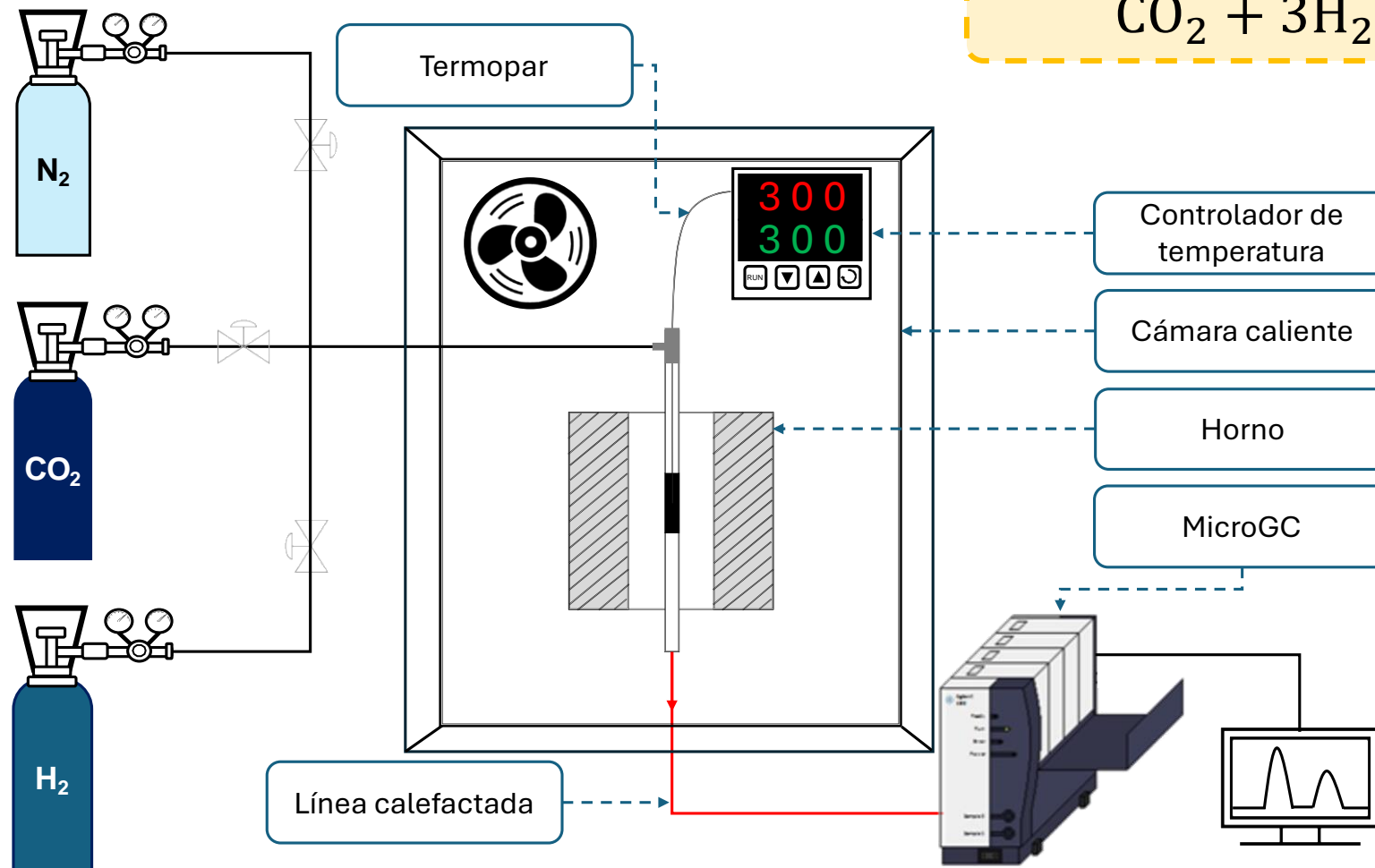
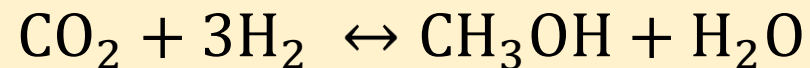


Preparación de los catalizadores → Funcionalización de las fibras de carbono

Cu/ZnO → 3/2 25 % wt



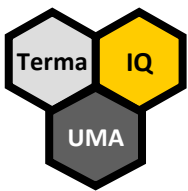
Reacción de hidrogenación de CO₂



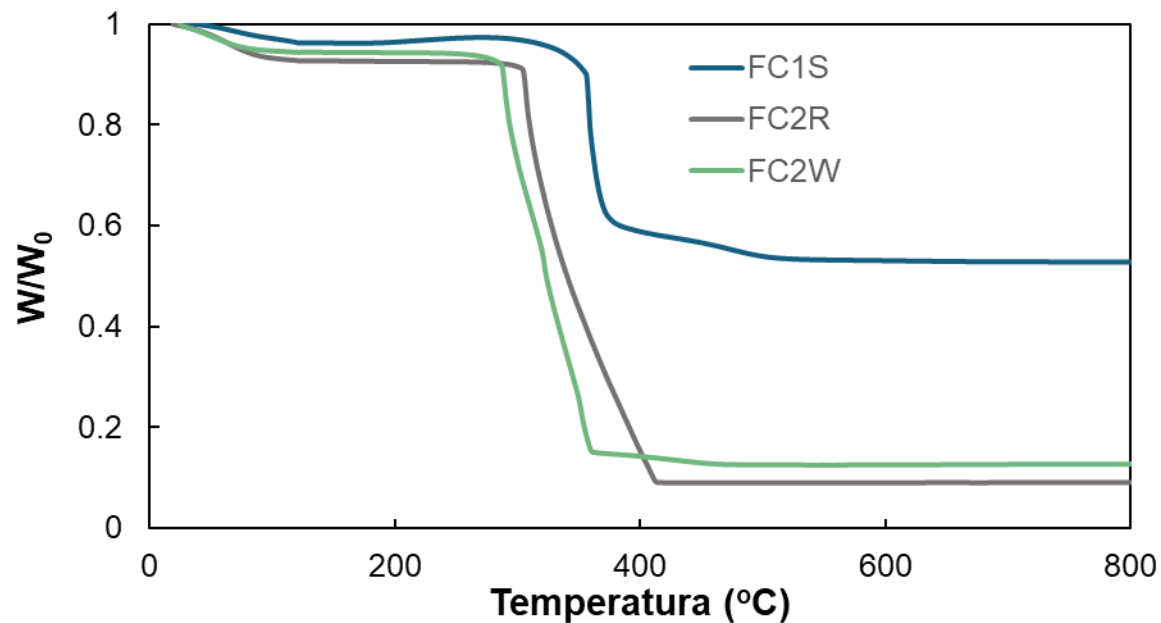
Reducción *in situ*
*H*₂, 2 h, 300 °C

Condiciones reacción

- 400 mg catalizador
- $\tau = 7.2 \text{ g}_{\text{cat}} \cdot \text{s} \cdot \text{mmol}^{-1}$
- $T = 220 - 340 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\text{H}_2/\text{CO}_2/\text{N}_2 = 3/1/1$
- $P = 30 \text{ bar}$

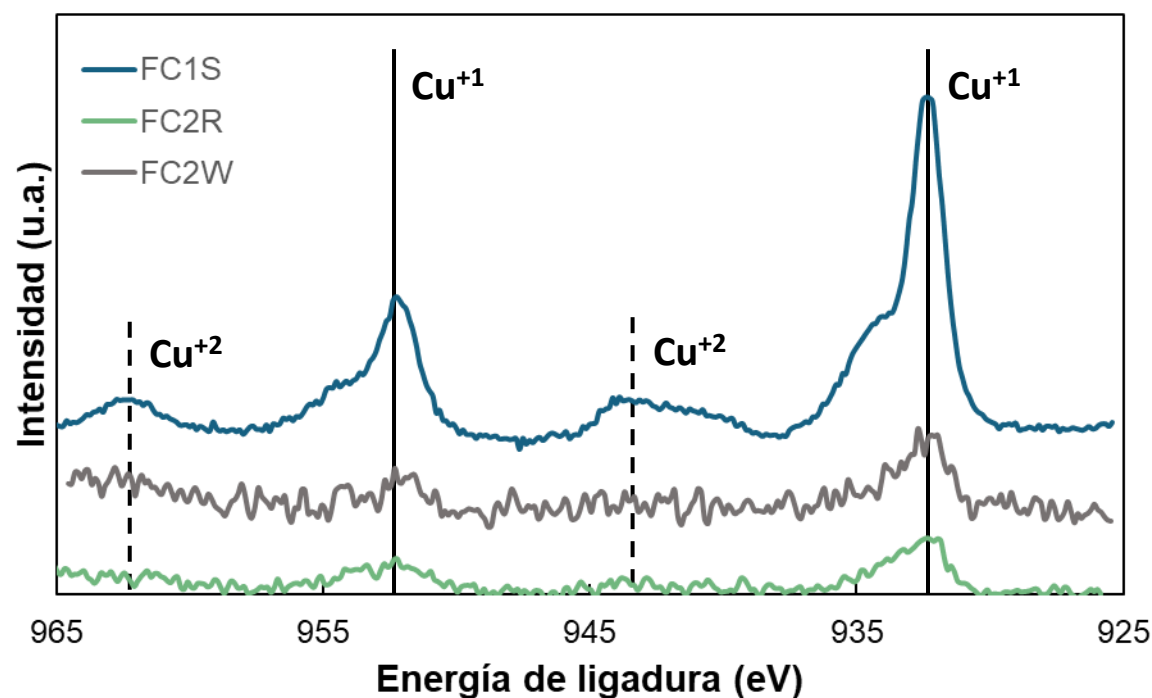
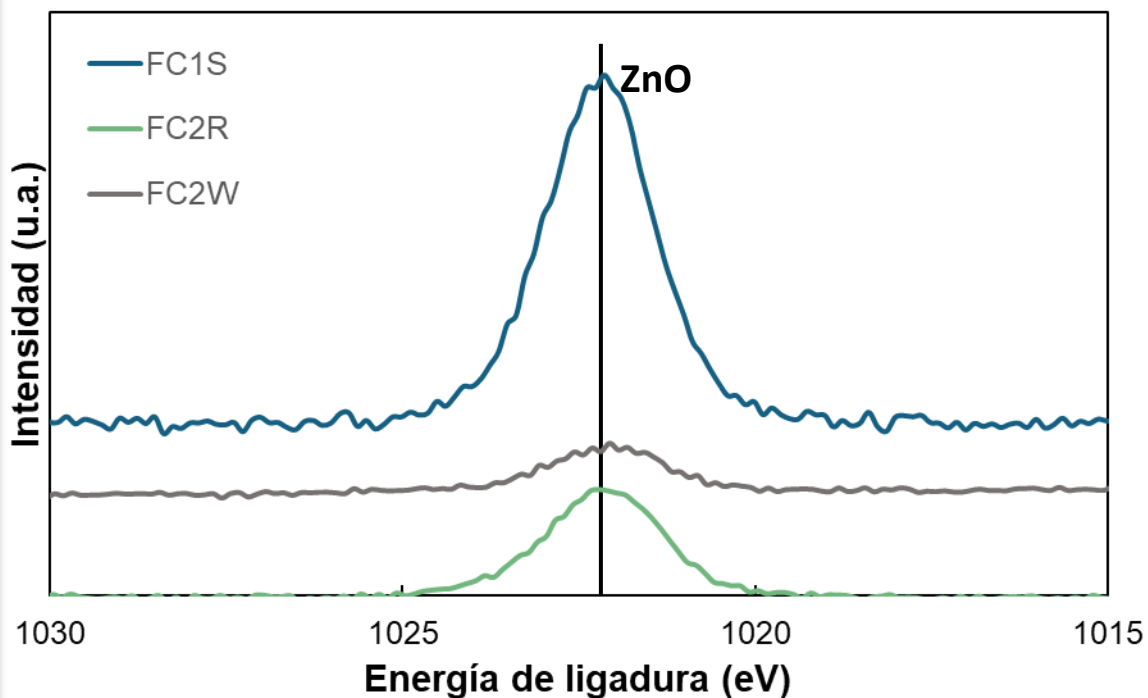


Caracterización de los catalizadores. Termogravimetría y XRF.

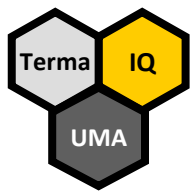


Concentración másica (%)	Termogravimetría			XRF	
	Cenizas	Cu	Zn	Cu	Zn
FC1S	54.7	26.2	17.6	27.7	14.8
FC2W	13.5	6.5	4.4	6.4	4.2
FC2R	9.8	4.7	3.2	4.7	2.9

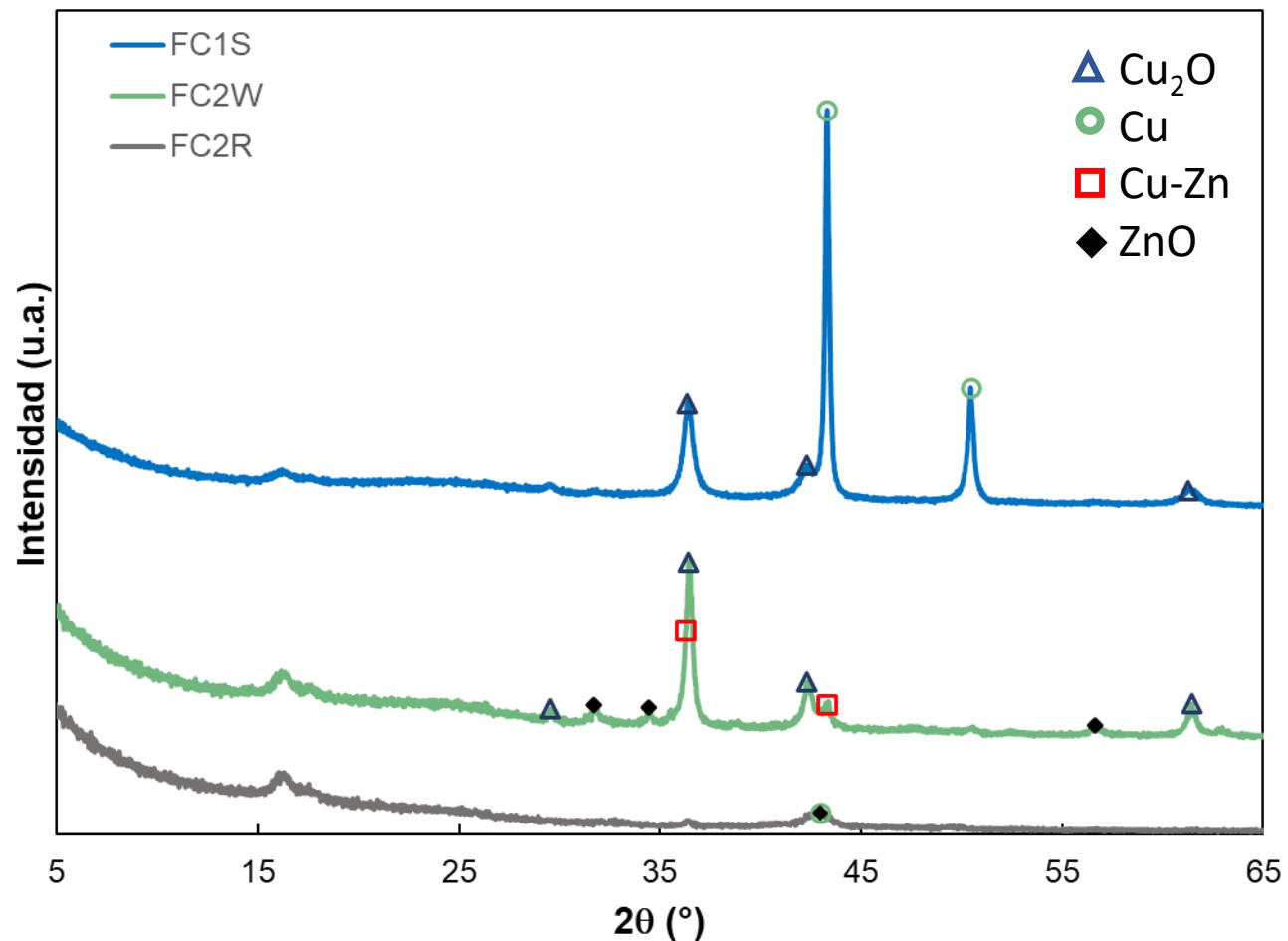
Caracterización de los catalizadores. XRF y XPS.

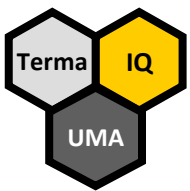


Concentración másica (%)	XRF		XPS	
	Cu	Zn	Cu	Zn
FC1S	27.7	14.8	22.0	12.0
FC2W	6.4	4.2	0.5	3.0
FC2R	4.7	2.9	1.5	10.0

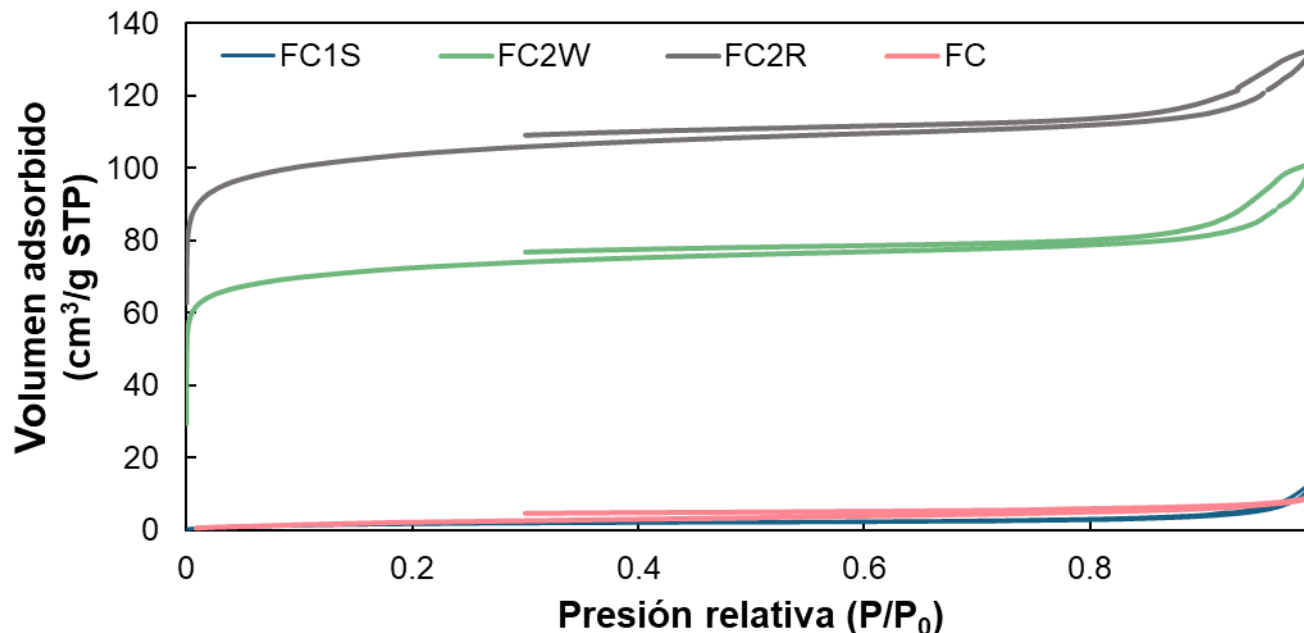


Caracterización de los catalizadores. DRX.



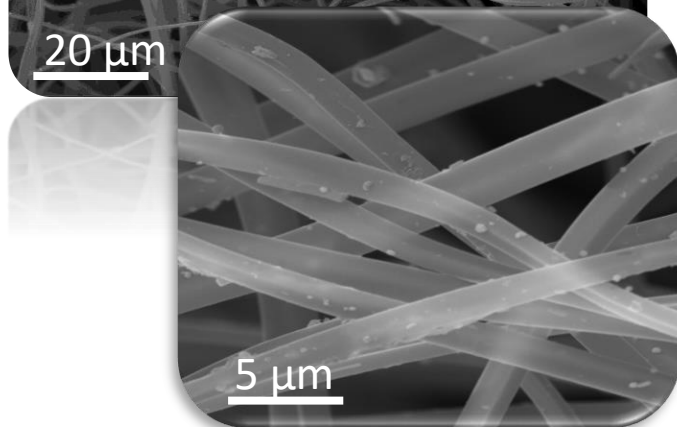
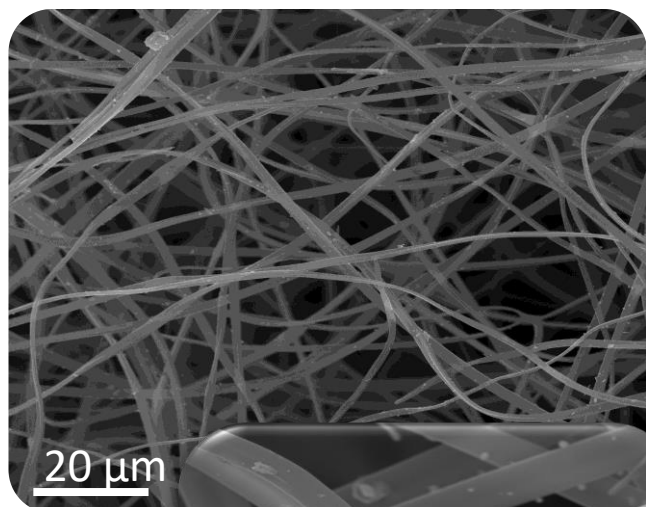


Caracterización de los catalizadores. Adsorción-desorción de N₂ a -196 °C y Adsorción de CO₂ a 0 °C.

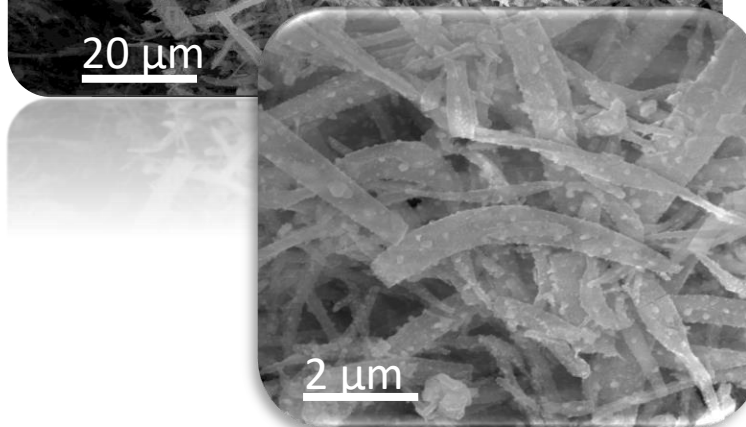
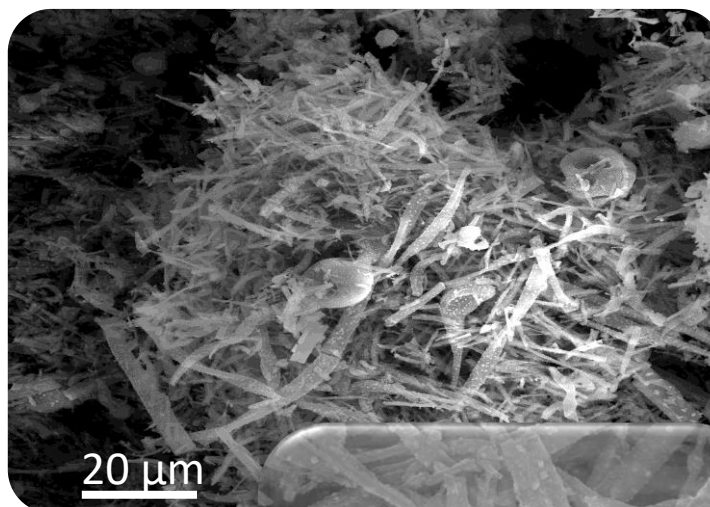


	A_{BET} (m ² ·g ⁻¹)	V_s (cm ³ ·g ⁻¹)	V_{meso} (cm ³ ·g ⁻¹)	V_{micro} (cm ³ ·g ⁻¹)	A_{DR} (m ² ·g ⁻¹)	V_{DR} (cm ³ ·g ⁻¹)
FC	9	0.01	< 0.01	< 0.01	359	0.14
FC1S	6	0.01	< 0.01	< 0.01	108	0.05
FC2W	279	0.14	0.04	0.10	335	0.16
FC2R	403	0.19	0.04	0.15	437	0.20

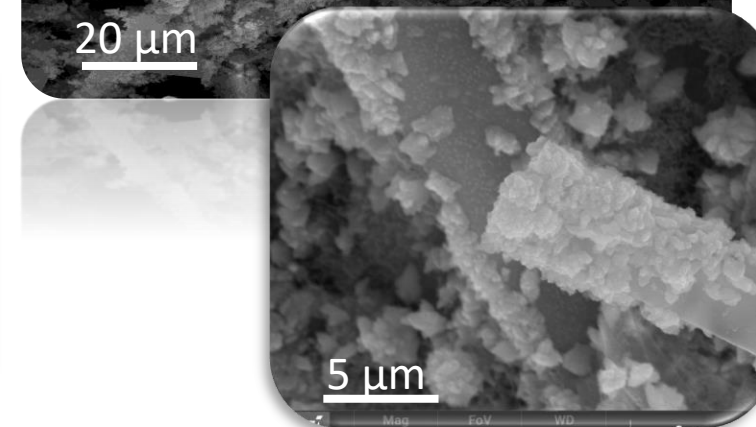
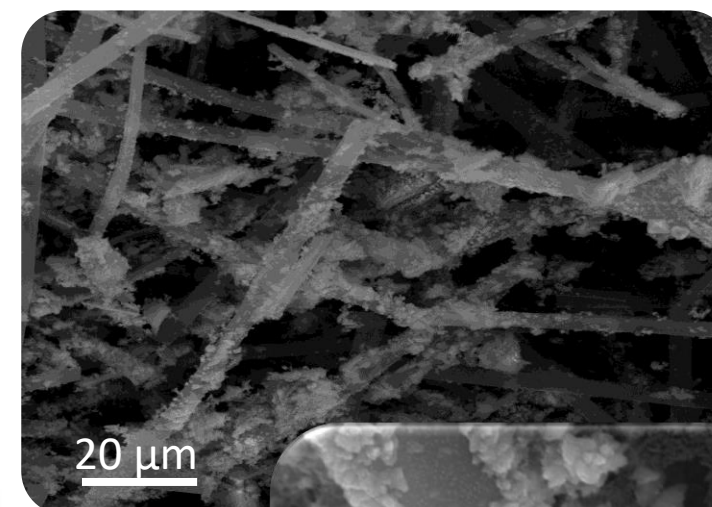
Caracterización de los catalizadores. SEM.



FC2R



FC1S



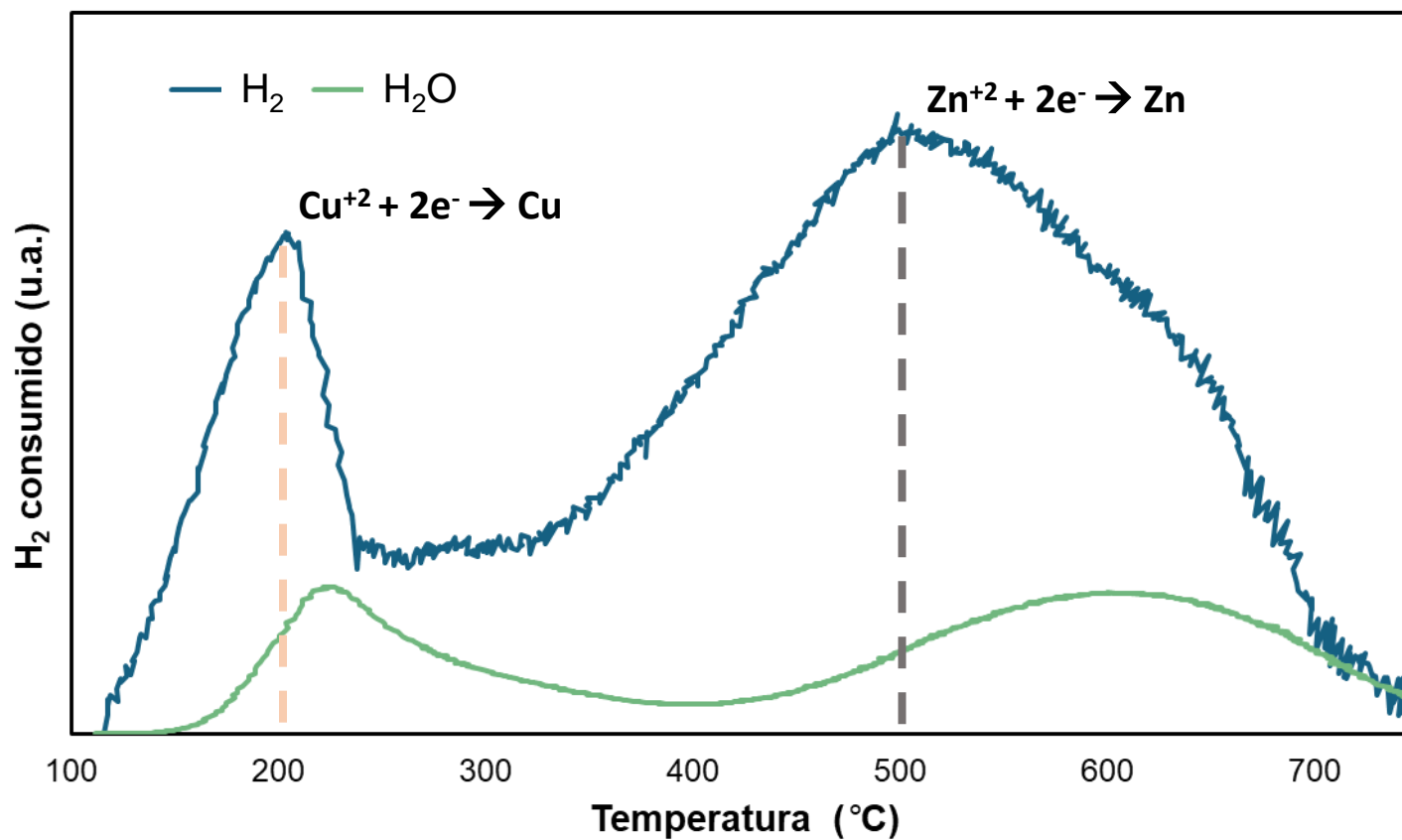
FC2W

Caracterización de los catalizadores. TPR-H₂.

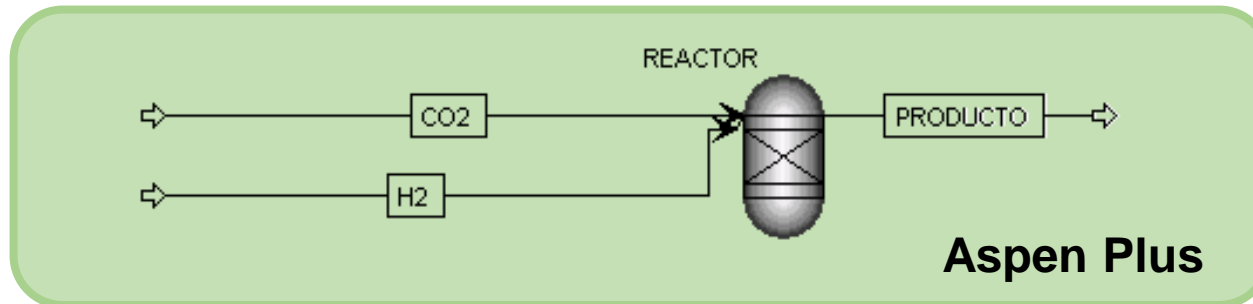
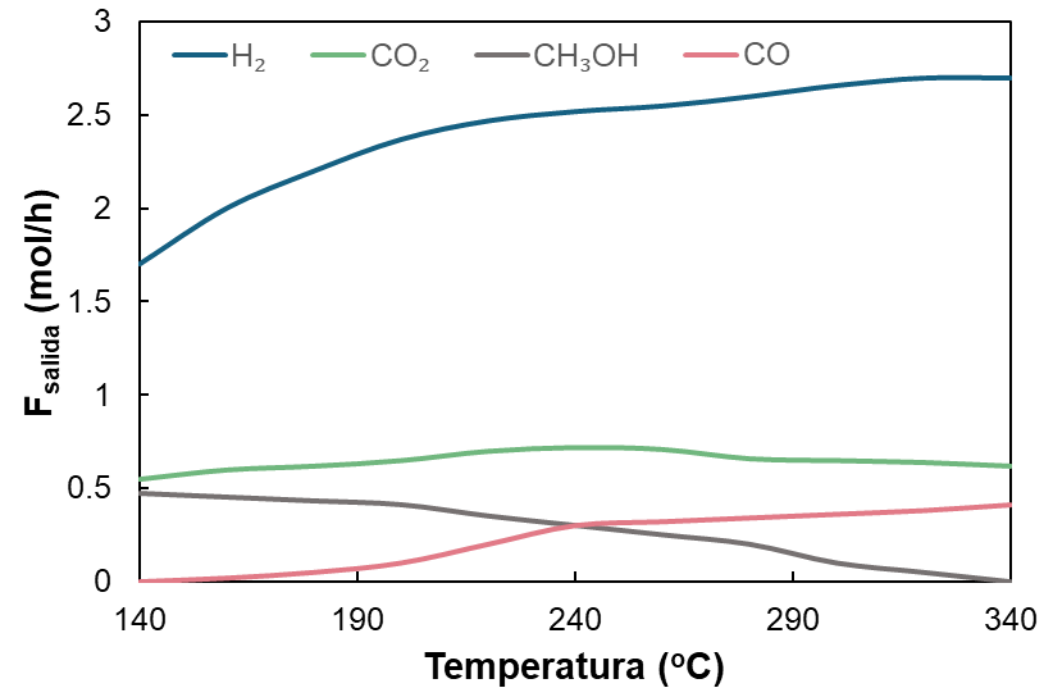
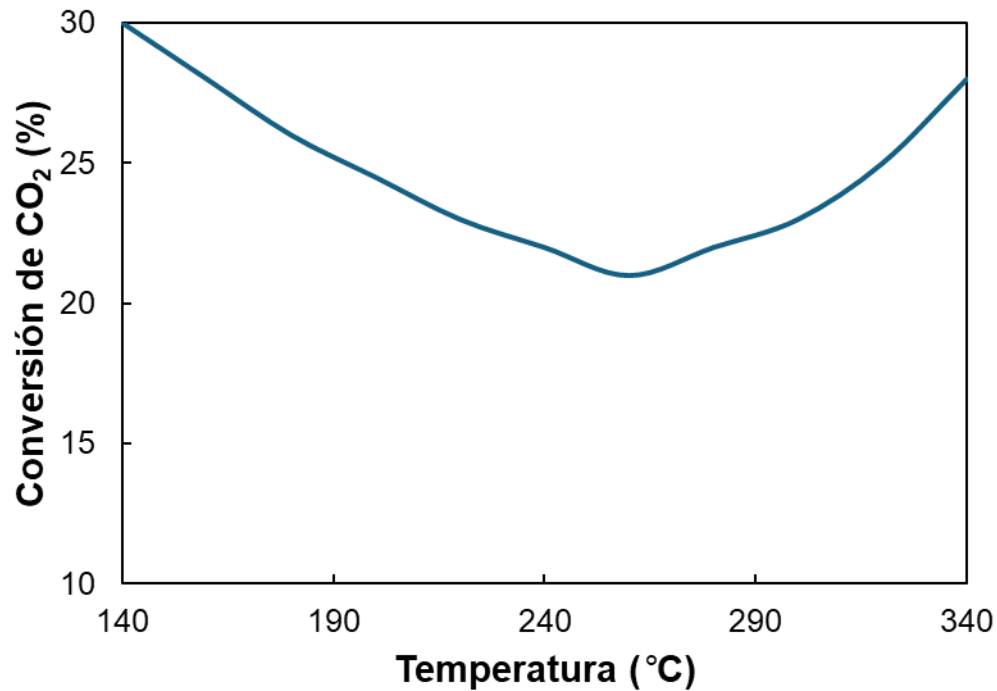
Reducción

H₂, 2 h, 300 °C

FC2W



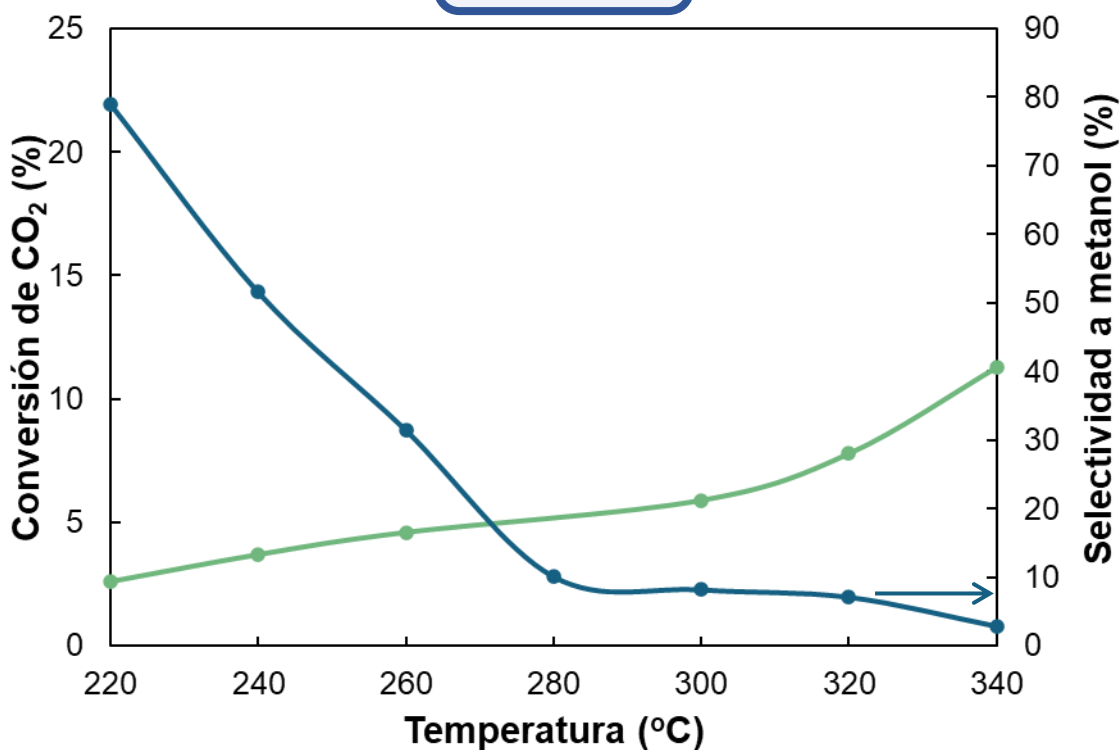
Estudio termodinámico de la reacción de hidrogenación de CO₂ para obtener metanol.



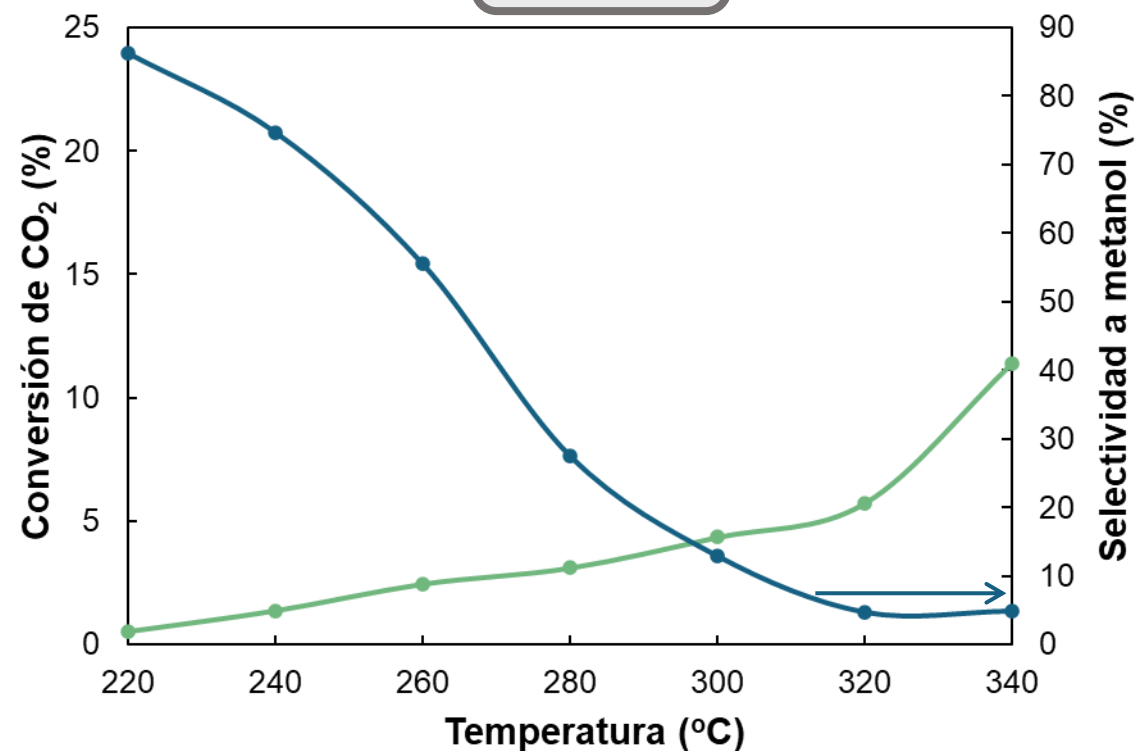
P: 30 bar
H₂/CO₂: 3/1

Evaluación de la actividad catalítica de la reacción de hidrogenación de CO₂ a metanol.

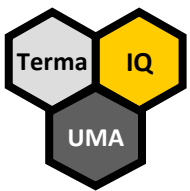
FC1S



FC2R

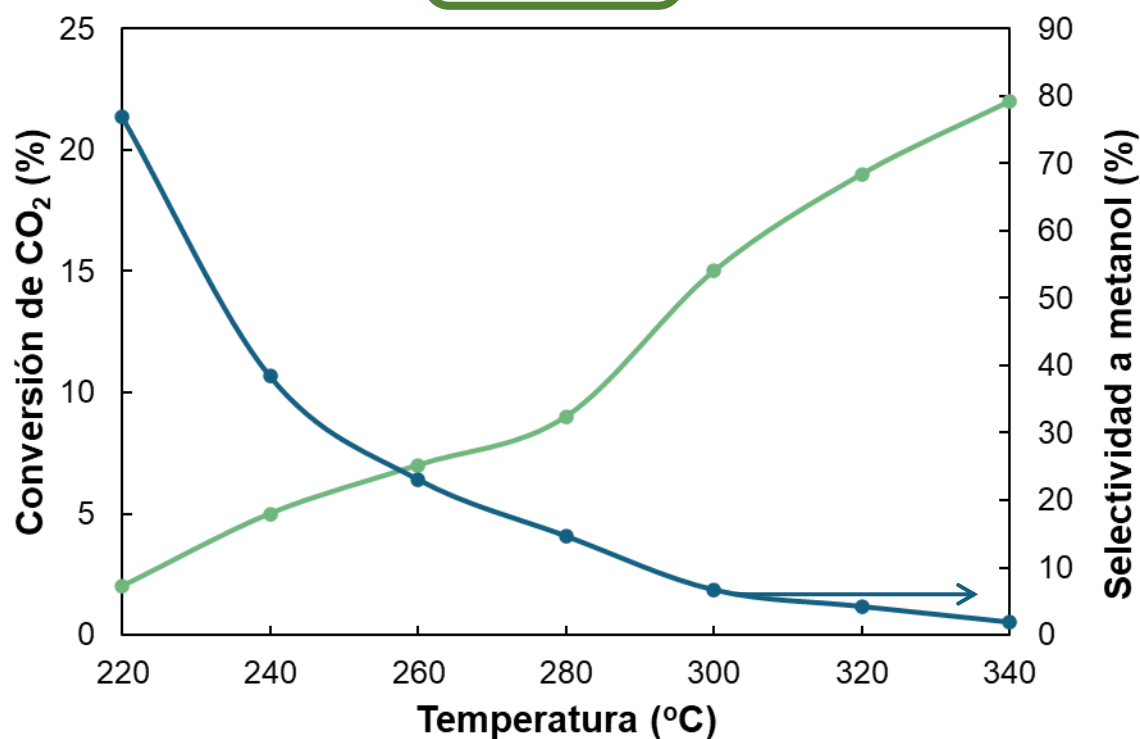


T = 220 – 340 °C, P = 30 bar, 400 mg catalizador, H₂/CO₂/N₂ = 3/1/1, $\tau = 7.2 \text{ g}_{\text{cat}} \cdot \text{s} \cdot \text{mmol}^{-1}$

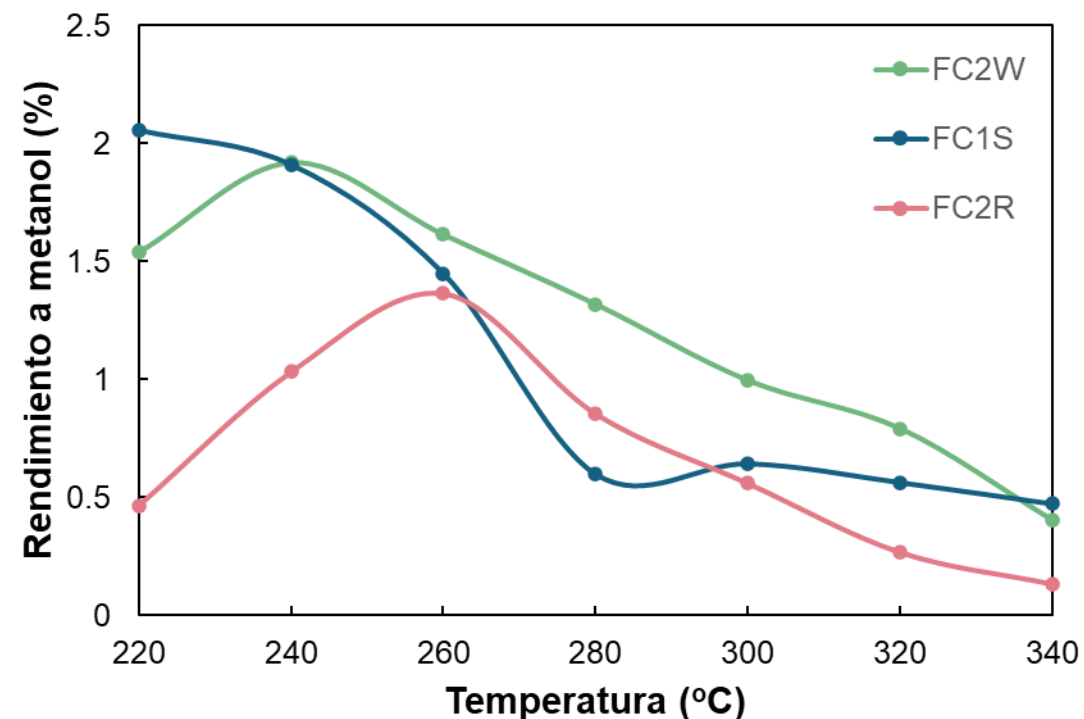


Evaluación de la actividad catalítica de la reacción de hidrogenación de CO₂ a metanol.

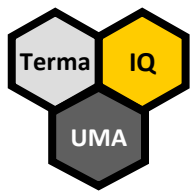
FC2W



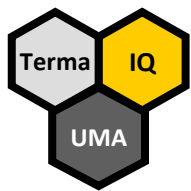
Rendimientos



T = 220 – 340 °C, P = 30 bar, 400 mg catalizador, H₂/CO₂/N₂ = 3/1/1, $\tau = 7.2 \text{ g}_{\text{cat}} \cdot \text{s} \cdot \text{mmol}^{-1}$



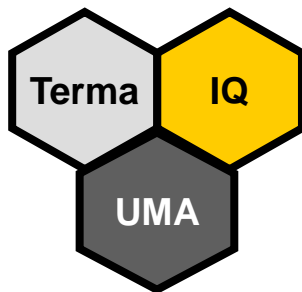
- Se han preparado catalizadores fibrilares derivados de biomasa residual tratados térmicamente en los que se ha confirmado la presencia de óxido de cobre y óxido de zinc, siendo la mayor dispersión de la fase activa en el catalizador **FC1S**.
- Todos los catalizadores preparados son activos en la reacción de hidrogenación de CO_2 siendo el catalizador **FC2W** el más activo.
- El catalizador **FC1S** presenta el mayor rendimiento a metanol, alcanzado un máximo a 220 °C en las condiciones estudiadas.



- Se han preparado catalizadores fibrilares derivados de biomasa residual tratados térmicamente en los que se ha confirmado la presencia de óxido de cobre y óxido de zinc, siendo la mayor dispersión de la fase activa en el catalizador **FC1S**.
- Todos los catalizadores preparados son activos en la reacción de hidrogenación de CO₂ siendo el catalizador **FC2W** el más activo.
- El catalizador **FC1S** presenta el mayor rendimiento a metanol, alcanzado un máximo a 220 °C en las condiciones estudiadas.



Funcionalización de fibras de carbono a través de electrodeposición



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
Departamento de Ingeniería Química



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

CATALIZADORES ESTRUCTURADOS DE BASE CARBONOSA PARA LA PRODUCCIÓN DE METANOL MEDIANTE HIDROGENACIÓN DE CO₂

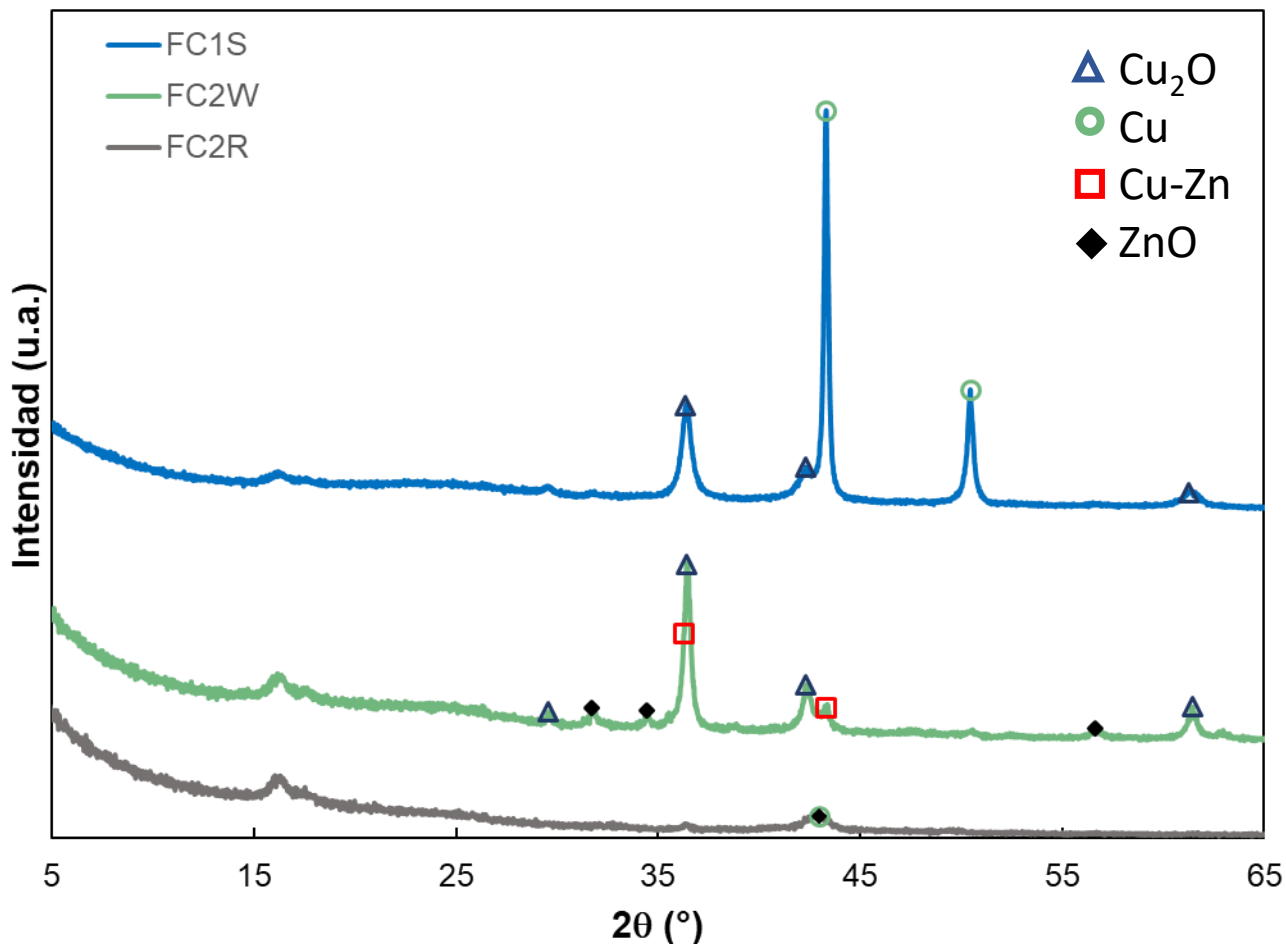


JORNADA DE JÓVENES
INVESTIGADORES DEL GEC

BAEZA 20-22 NOVIEMBRE 2024

Agradecimientos: Los autores agradecen al MCIN PID2022-140844OB-I00 y al MCIN y a la UE “NextGenerationRU/PRTR (MCIN/AEI/10.13039/50110001103) y (TED2021-131324B-C21). R.J.G agradece a MCIN la concesión del contrato predoctoral PRE2022-00329.

Caracterización de los catalizadores. DRX.



	DRX	
Tamaño cristal (nm)	Cu ₂ O	ZnO
FC1S	36	< 5
FC2W	23	21
FC2R	10	< 5