

Obtención y caracterización de consorcios de microorganismos planctónicos y sésiles asociados a MIC en instalaciones O&G

Juliana Soler, Florencia Fernández, Albert Saavedra, María Clara Pagliaricci,
Jorge Guerrina, Walter Morris, Walter A. Vargas

YPF-Tecnología S.A.

INTRODUCCIÓN

MIC

Es un tipo de corrosión localizada producto de la actividad microbiana que afecta severamente la integridad de las instalaciones de superficie de O&G

Entre un 20 y 40% de las fallas son causadas por MIC. Los microorganismos pueden incrementar la tasa de corrosión en varios ordenes de magnitud

Microorganismos que participan en el proceso MIC:

Bacterias sulfato reductoras (SRB) o tiosulfato reductoras (TSRB)

Bacterias oxidantes de azufre(SOB)

Bacterias oxidantes/reductoras de hierro (IOB/IRB)

Bacterias productoras de ácidos orgánicos

Bacterias formadoras de biofilms

OBJETIVOS

1

Obtener consorcios microbianos asociados a MIC de instalaciones de O&G de procesos convencionales y no convencionales en Argentina.

2

Identificar y caracterizar consorcios microbianos sésiles y planctónicos mediante métodos moleculares y técnicas electroquímicas.

3

Caracterizar la formación de biopelículas por microscopía y técnicas electroquímicas.

METODOLOGÍA

1. Obtención de consorcios microbianos

- Aguas de procesos convencionales y No convencionales
- Diferentes medios de cultivo: Anaeróbico Basal, Posgate B y formulado según fisicoquímico

2. Caracterización metagenómica

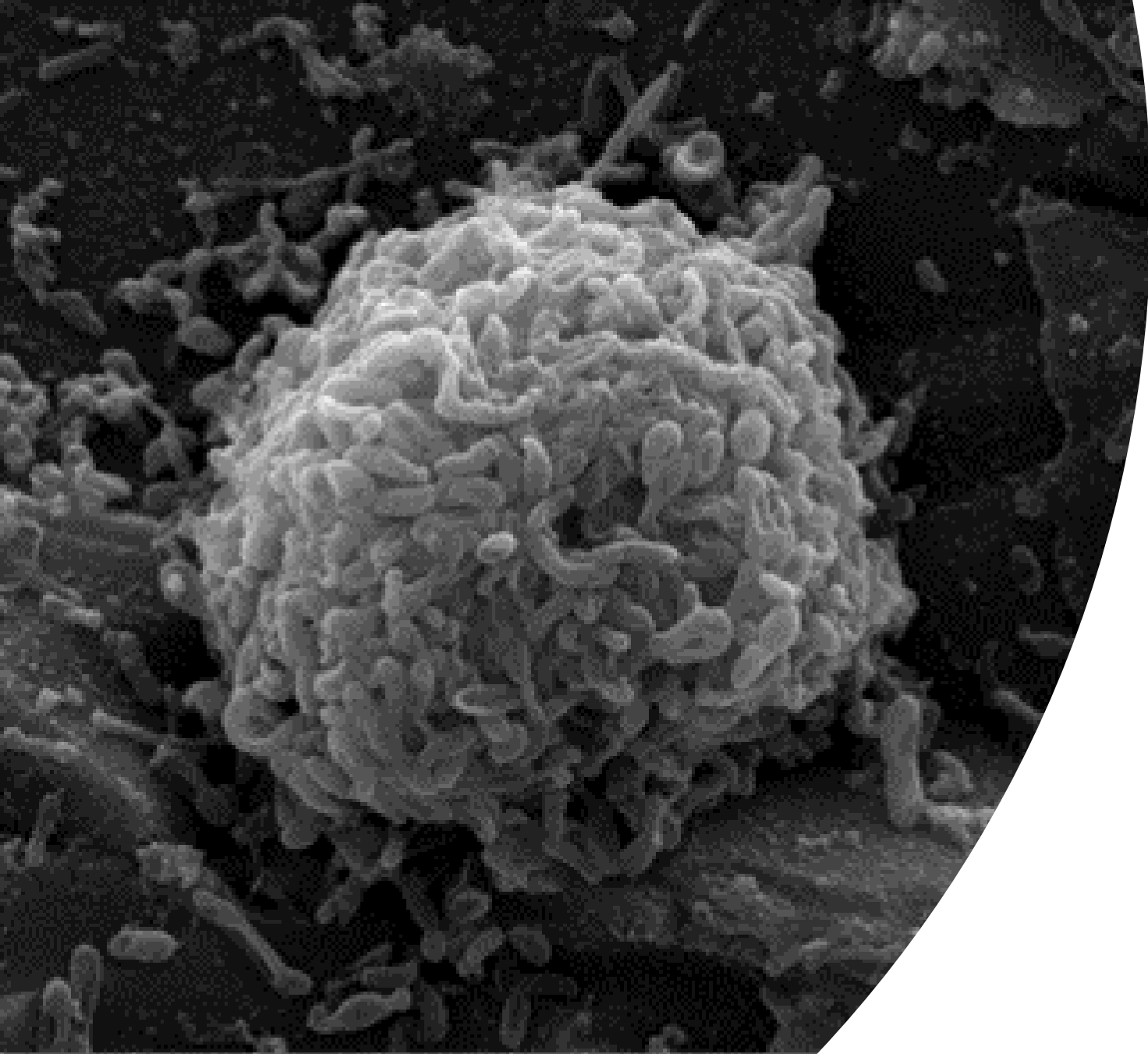
- Extracción de ADN
- Análisis metagenómico del gen 16S característico de bacterias y arqueas

3. Evaluación de formación de biofilms

- Formación de biofilm sobre cupones de acero al carbono
- Caracterización por microscopía electrónica de barrido (SEM) y Laser Confocal (CLSM)

4. Evaluación velocidad de corrosión

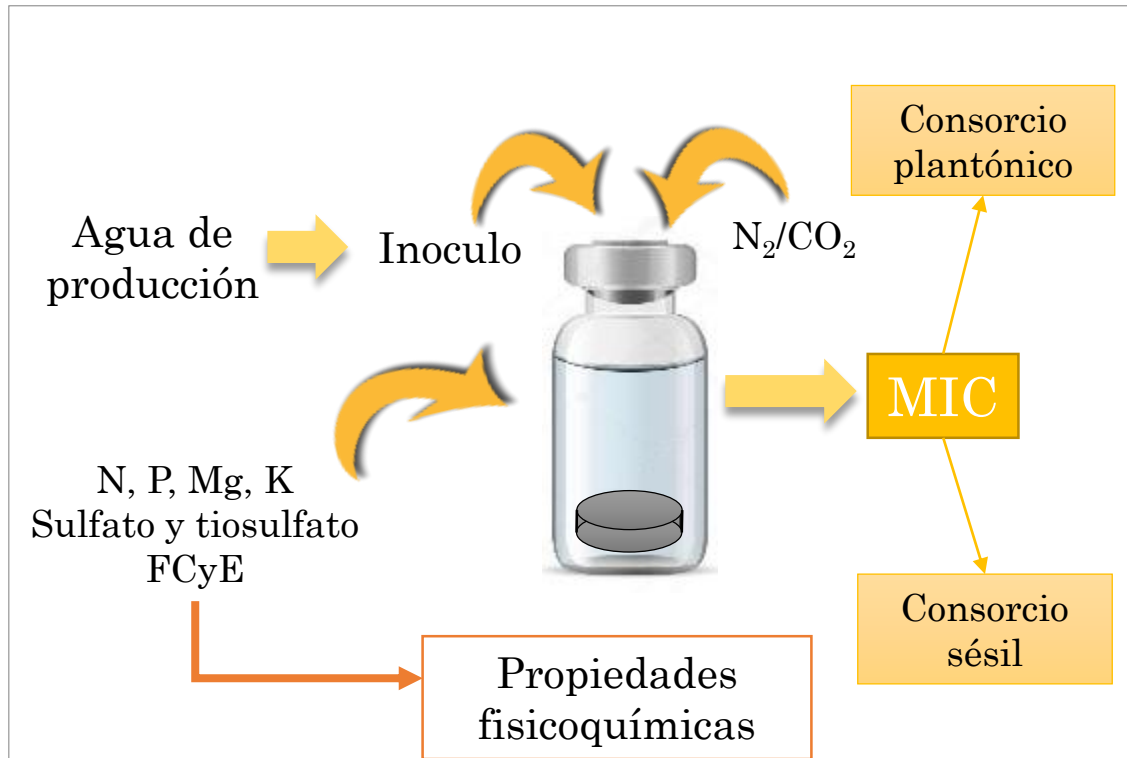
- Determinación de Potencial de circuito abierto (OCP) y espectroscopía de impedancia (EIS)



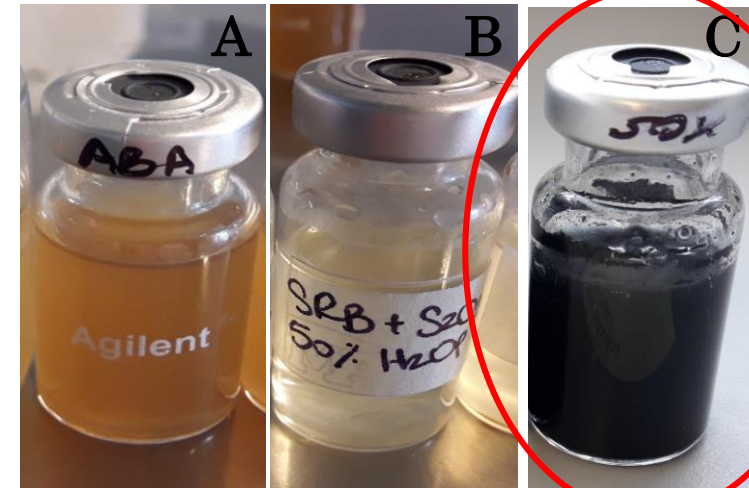
RESULTADOS

HV	mag	HFV	WD	det
20.00 kV	8 000 x	32.0 µm	11.1 mm	ETD

Obtención de consorcios microbianos



Una semana de incubación

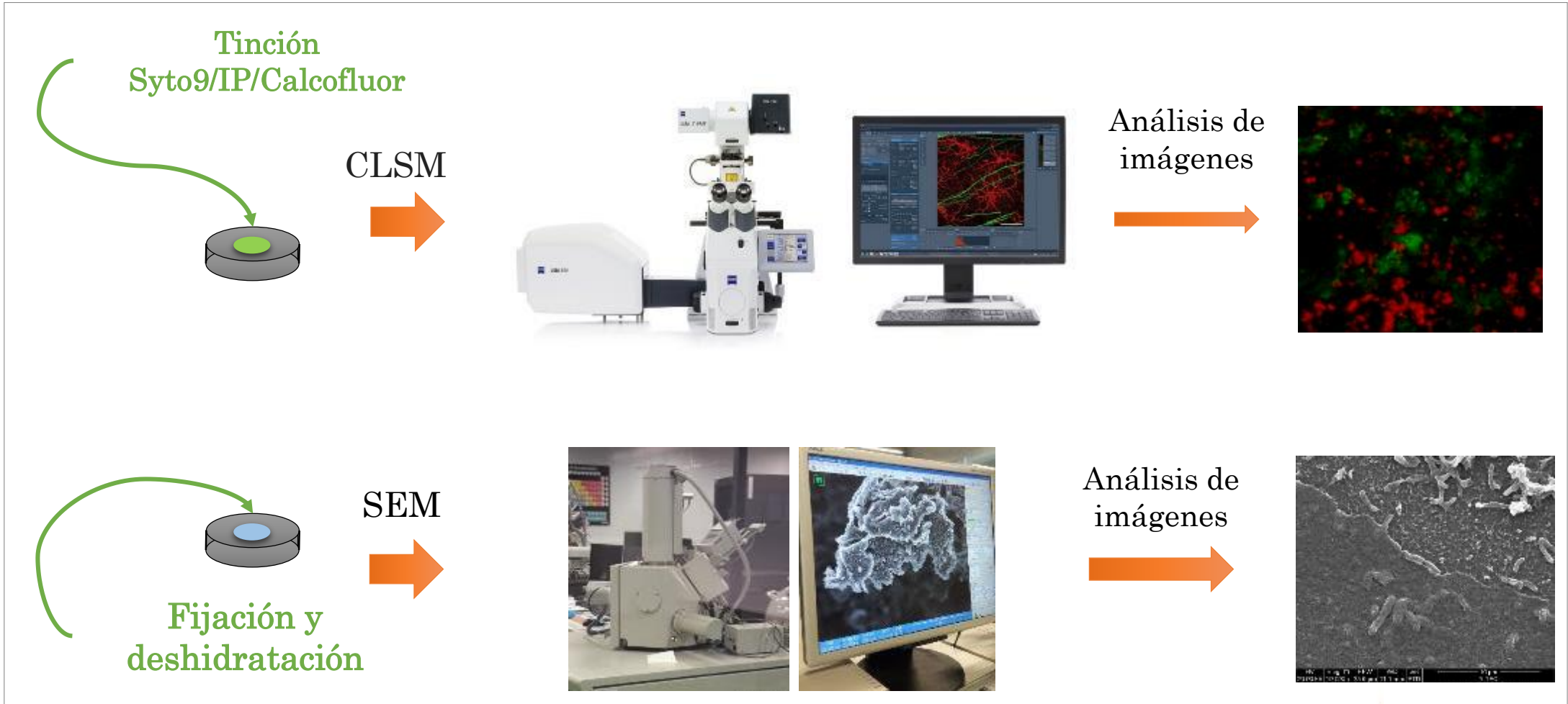


- A. Anaerobico basal (ABA)
- B. Medio Postgate B (PBM)
- C. Formulado

Caracterización Metagenómica

CARACTERIZACIÓN METAGENÓMICA			HIGHEST PROPORTION		
Muestra		Microorganismos MIC (%)	Genero	Metabolismo	MIC
Agua de producción	Convencional	73.6%	<i>Arcobacter</i>	SOB	SI
			<i>Pseudomonas</i>	BIOFILM	SI
	No Convencional	47.3%	<i>Halanaerobium</i>	TSRB	SI
			<i>Modicisalibacter</i>	NRB	NO
Consortio aislado de aguas de proceso Convencional	Plantónico	99.8%	<i>Desulfovibrio</i>	SRB	SI
			<i>Geotoga</i>	H ₂ S	SI
	Sésil	99.9%	<i>Desulfovibrio</i>	SRB	SI
			<i>Proteiniphilum</i>	APB	SI
Consortio aislado de aguas de proceso No Convencional	Plantónico	99.5%	<i>Halanaerobium</i>	TSR	SI
			<i>Arhodomonas</i>	TSR	SI
	Sésil	99.9%	<i>Halanaerobium</i>	TSR	SI
			<i>Arhodomonas</i>	TSR	SI

Caracterización de biofilms

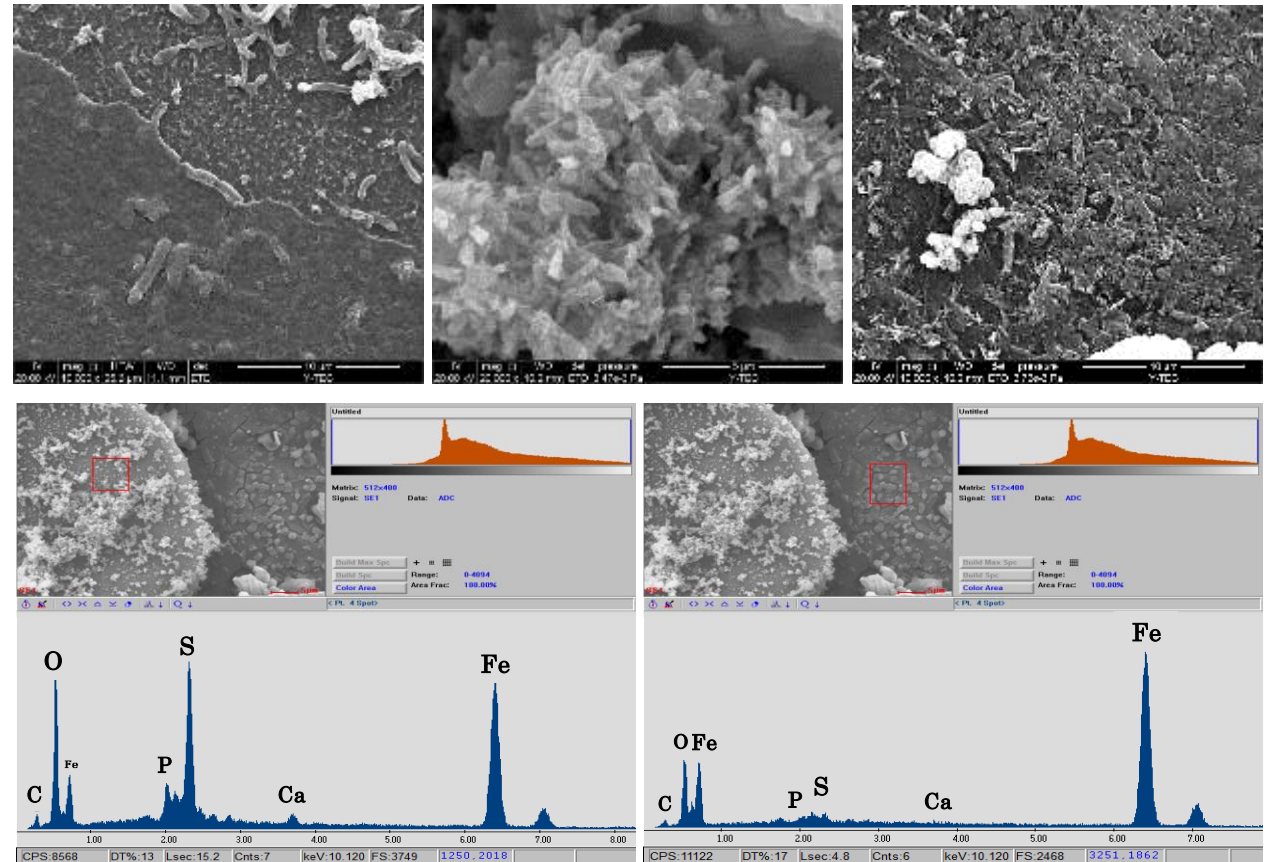


Caracterización de biofilm - No Convencional

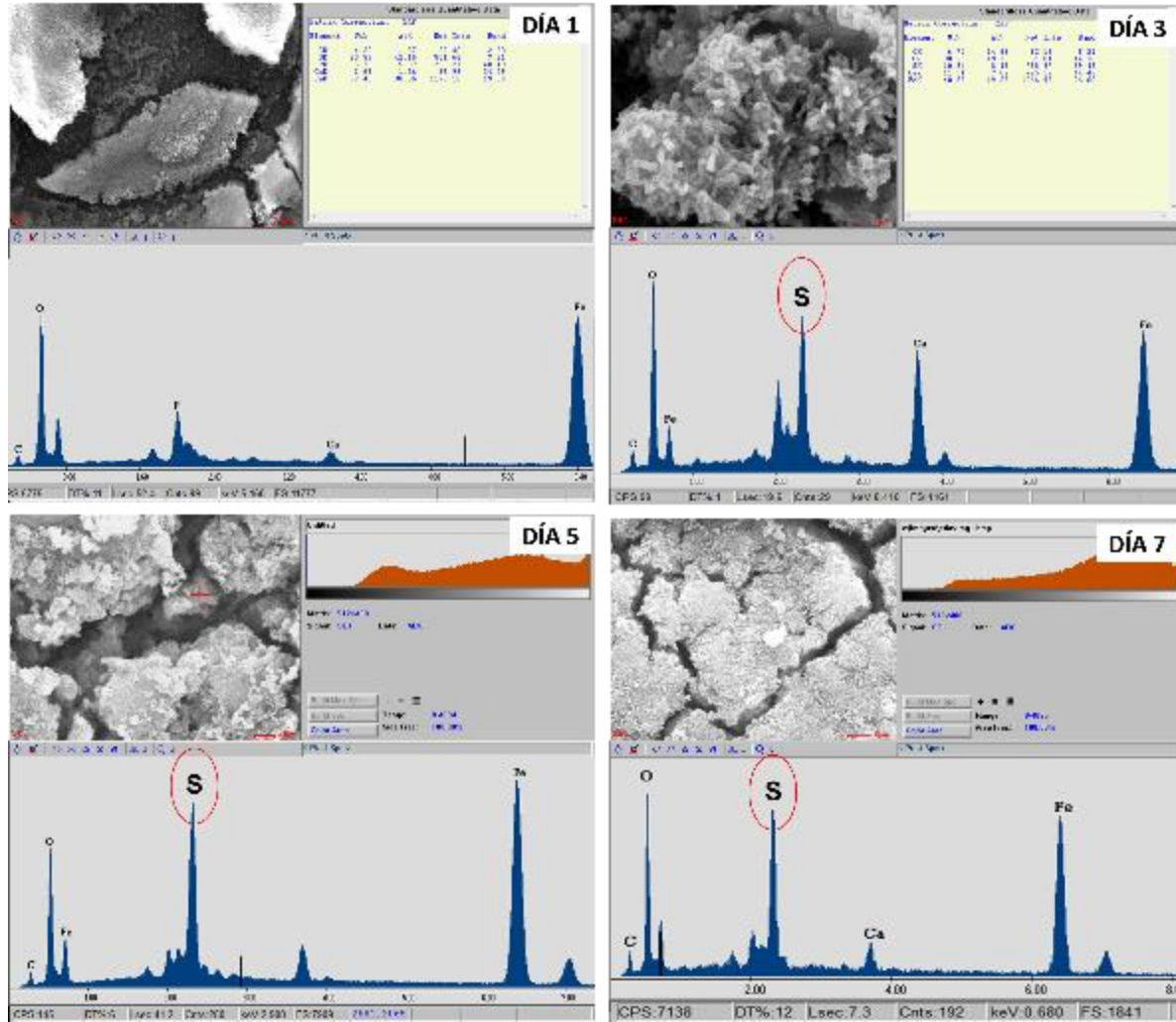
Consorcio aislado de aguas de proceso
No Convencional



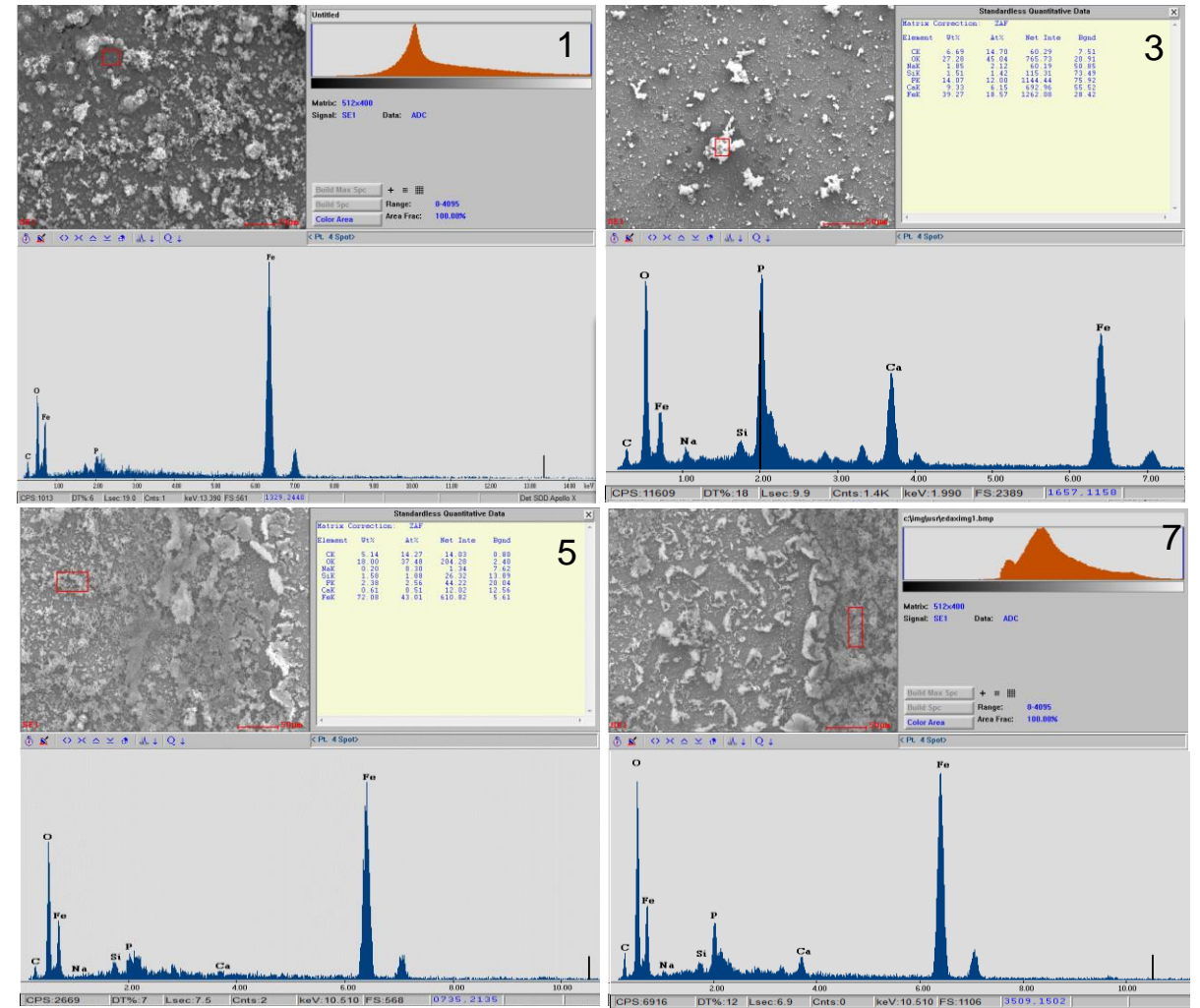
Día 1 2 3 4 5 6 7



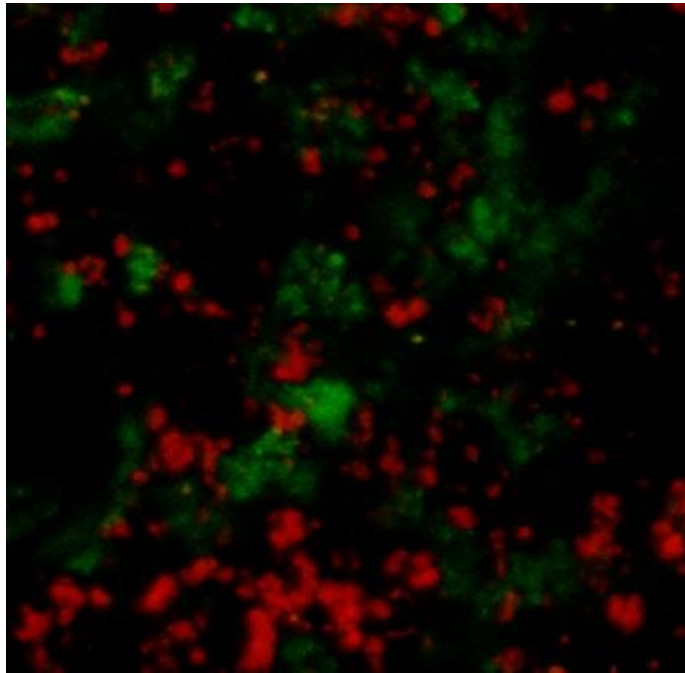
Inoculado



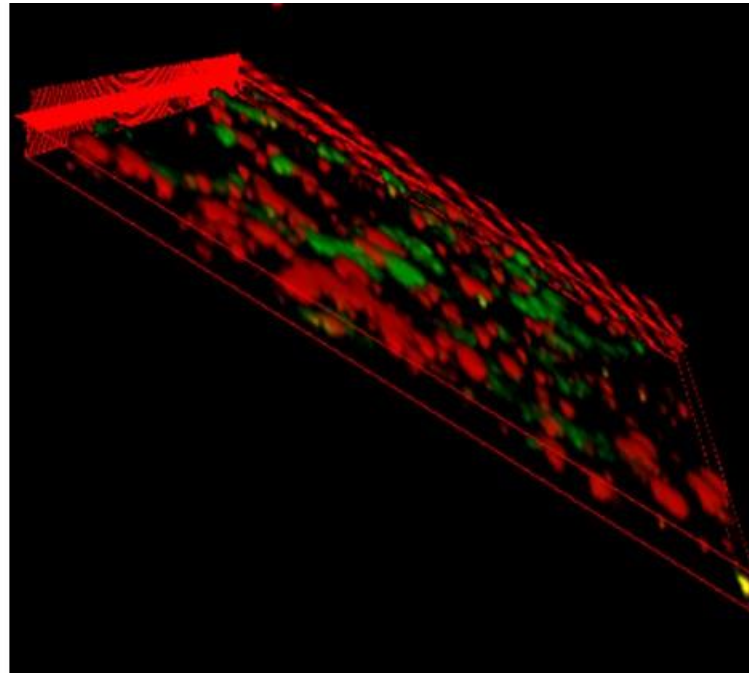
Control Sin Inocular



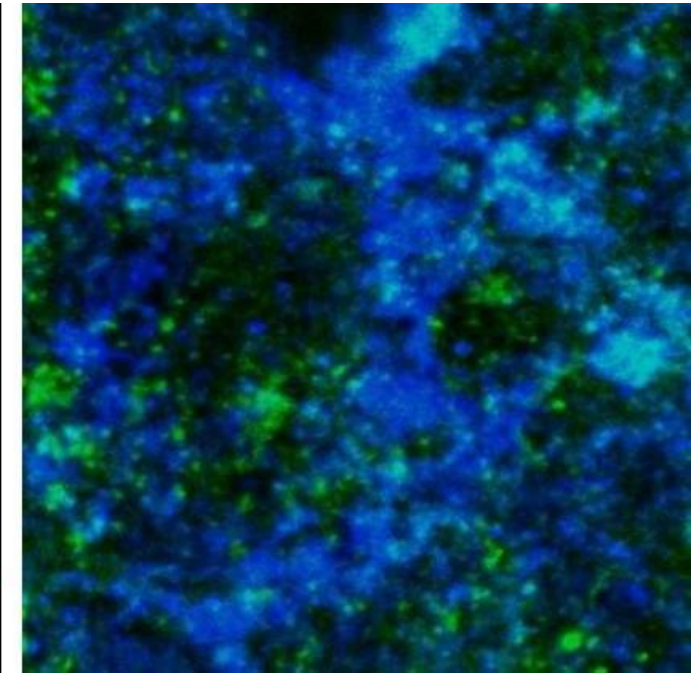
Consorcio aislado de aguas de proceso No Convencional



Syto9 (células vivas)
Biomasa ($\mu\text{m}^3/\mu\text{m}^2$): 13,3
Altura (μm): 49,97



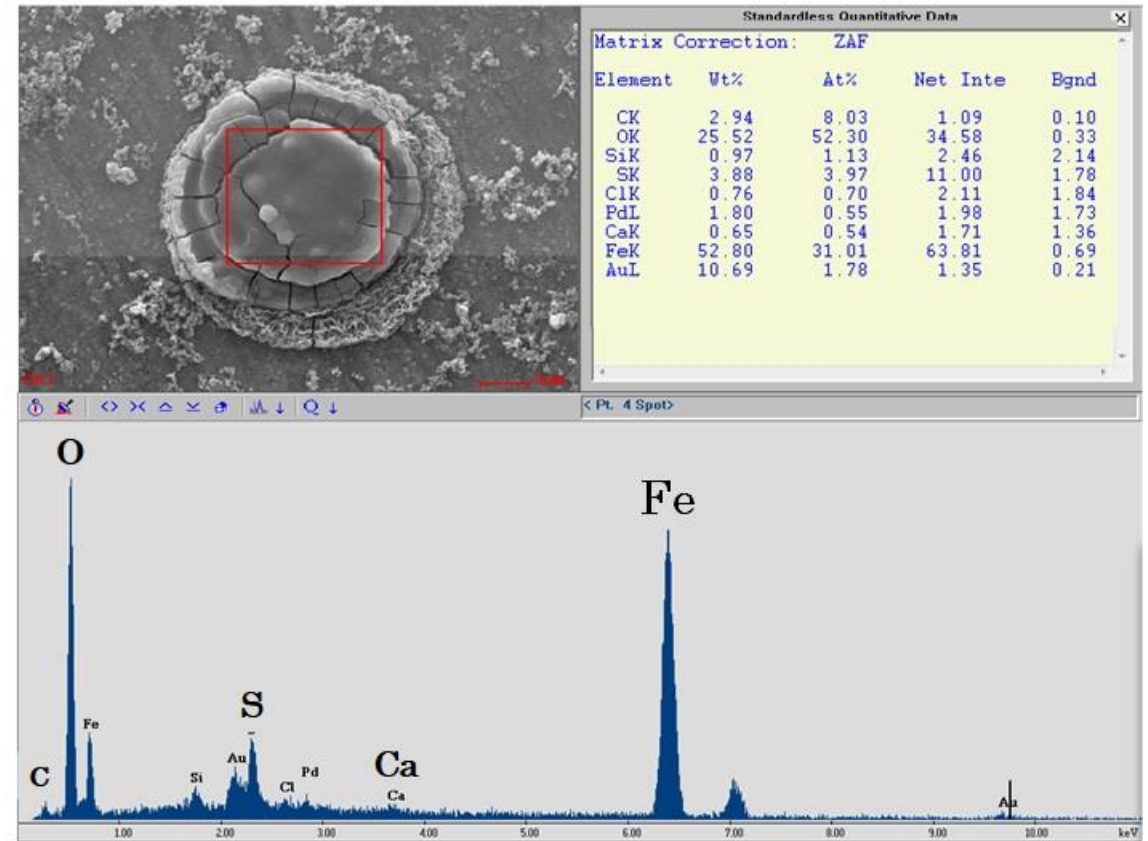
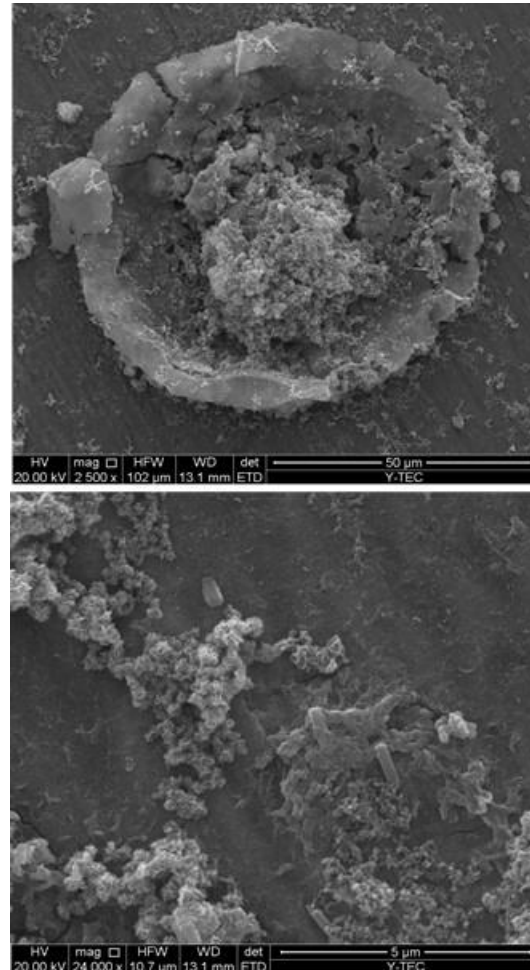
IP (células muertas)
Biomasa ($\mu\text{m}^3/\mu\text{m}^2$): 4,06
Altura (μm): 36,29

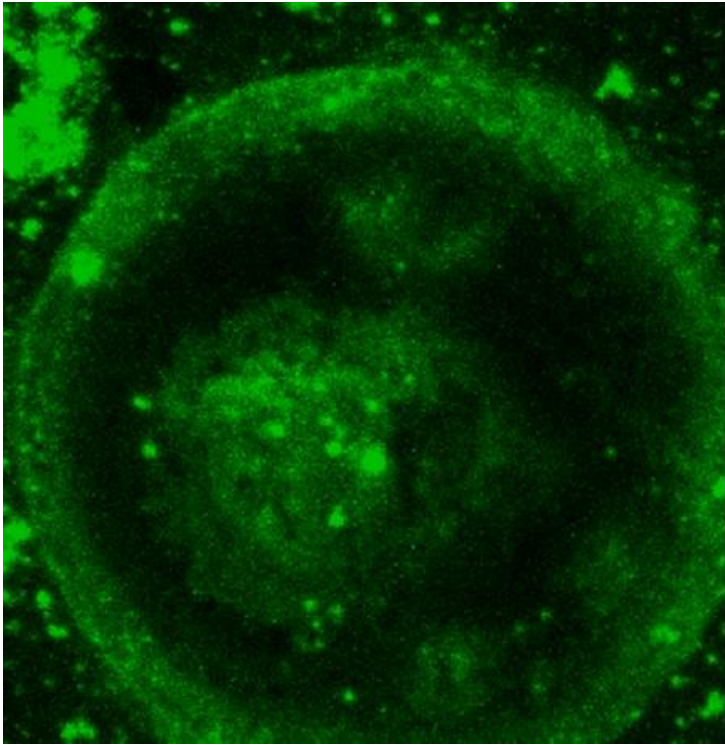


Calcofluor White
Tiñe polisacáridos de la matriz

Caracterización de biofilm - Convencional

Consorcio aislado de aguas de proceso
Convencional

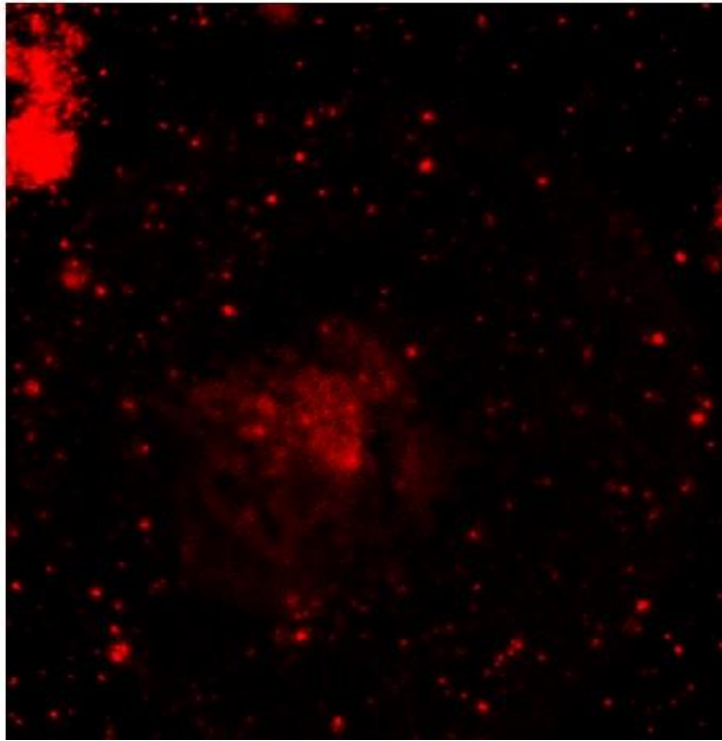




Syto9 (células vivas)

Biomasa ($\mu\text{m}^3/\mu\text{m}^2$): 24,7

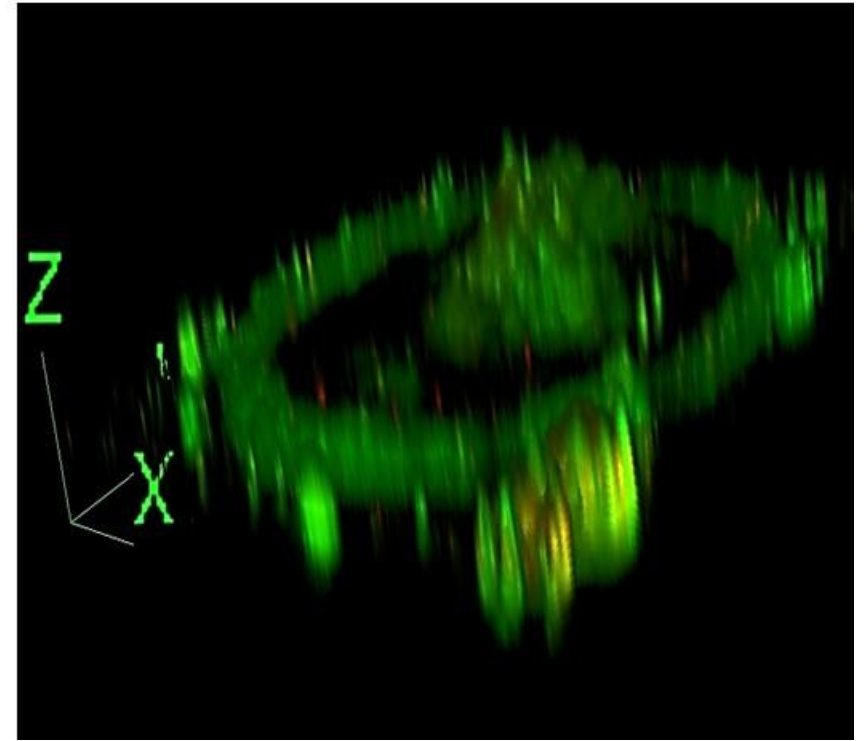
Altura (μm): 114,8



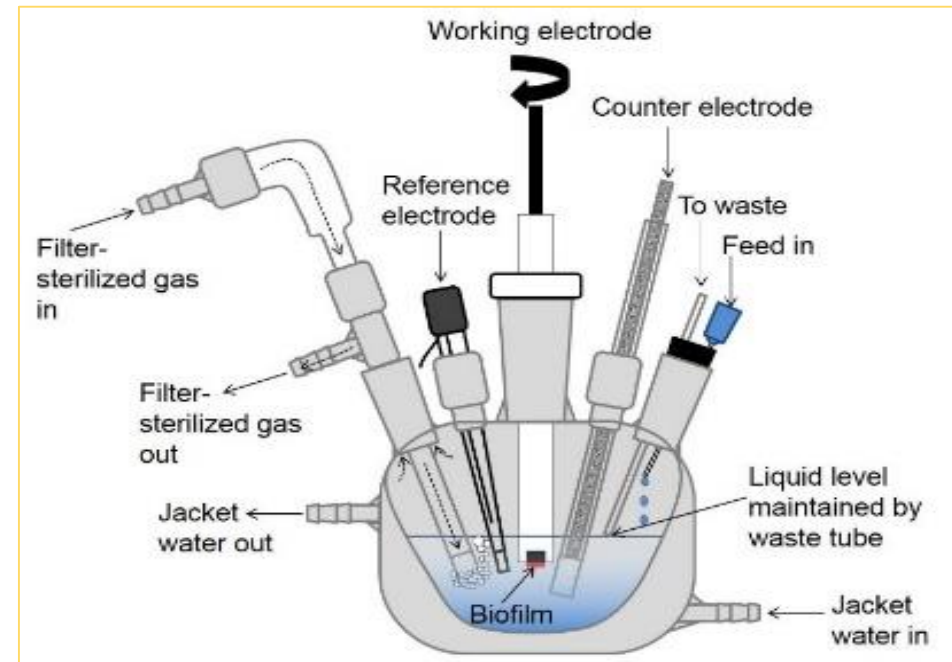
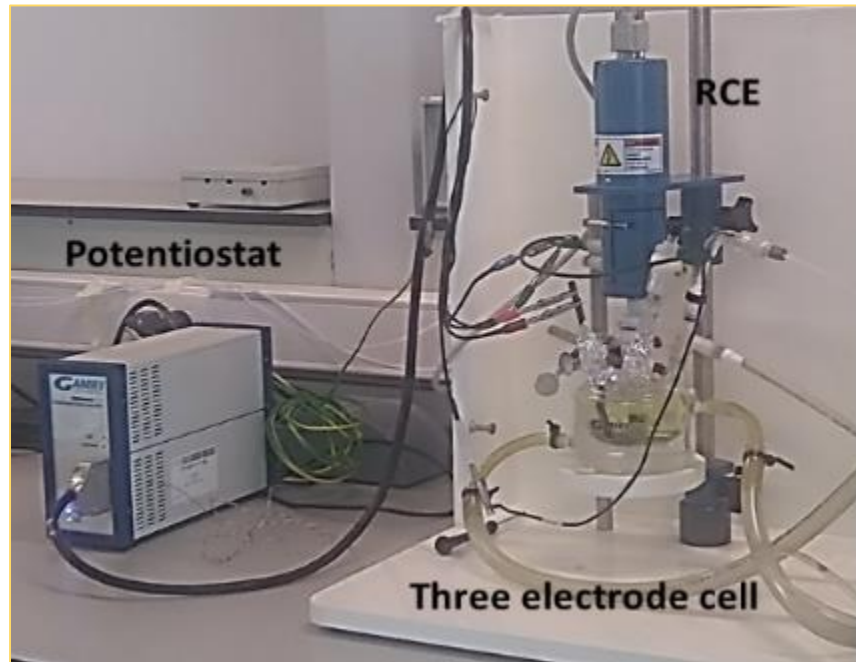
IP (células muertas)

Biomasa ($\mu\text{m}^3/\mu\text{m}^2$): 0,82

Altura (μm): 23,47



Evaluación velocidad de corrosión



Determinación de Potencial de
circuito abierto (OCP) y
espectroscopía de impedancia (EIS)

Celda de tres electrodos:

- i. acero al carbono (electrodo de trabajo)
- ii. barra de grafito (contraelectrodo)
- iii. electrodo saturado de Calomel (electrodo de referencia).

Process	Condición	Tiempo (d)	C_{dl} (μF)	R_{tc} (Ω)	V_{corr} (mm/y)
No Convencional	Control	0	211	924	0.13
		5	121	821	0.14
	Consorcio	0	369	832	0.36
		5	821	100	2.35
Convencional	Control	0	98	1821	0.08
		5	76	1798	0.07
	Consorcio	0	98	978	0.42
		5	76	350	1.25

El consorcio aislado de aguas de procesos **No convencionales** presenta una tasa de corrosión más alta que el consorcio **convencional**

El consorcio aislado de aguas de procesos **No convencionales** presenta una mayor capa electroactiva (biopelícula) sobre acero inoxidable que el consorcio **convencional**: **Aumento de la capacitancia y disminución de la resistencia.**

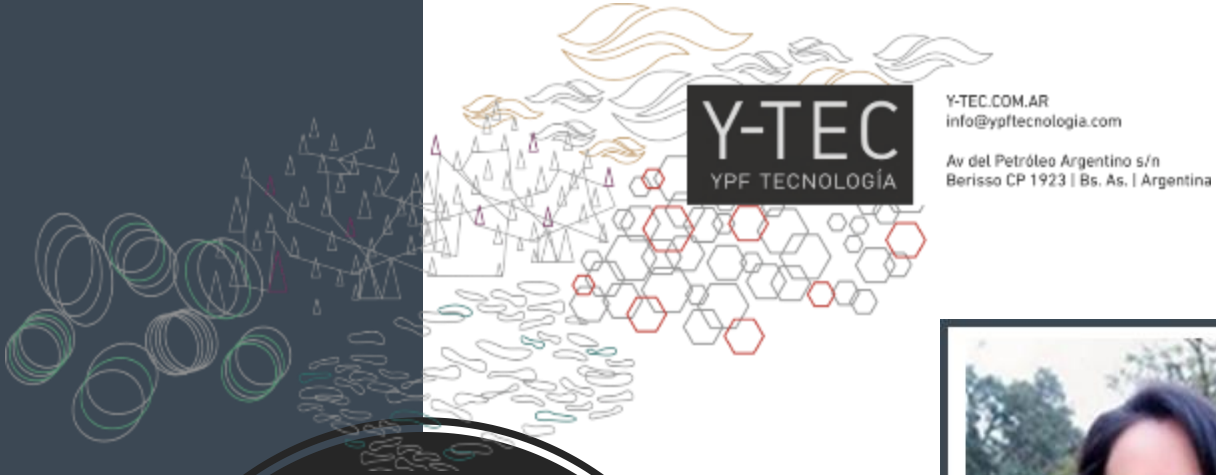
CONCLUSIONES

Este estudio permitió obtener y caracterizar consorcios microbianos planctónicos y sésiles aislados a partir de aguas de producción de procesos **convencionales** y **no convencionales**.

El análisis metagenómico arrojó la presencia de *Halanaerobium*, *Arhodomonas* y *Desulfovibrio*, además de bacterias productoras de ácido; estas bacterias han sido reportadas como relacionadas a MIC.

Se evaluó la formación de biofilms sobre una superficie de acero al carbono de los consorcios microbianos planctónicos y sésiles aislados a partir de aguas de producción de procesos **convencionales** y **no convencionales** mediante SEM y CLSM.

El consorcio microbiano aislado de proceso **no convencional** presentó mayor tasa de corrosión (2,35 mm/año) en comparación con el consorcio microbiano aislado de proceso **convencional** (1,25 mm/año)



¡MUCHAS GRACIAS!

EQUIPO DE TRABAJO

