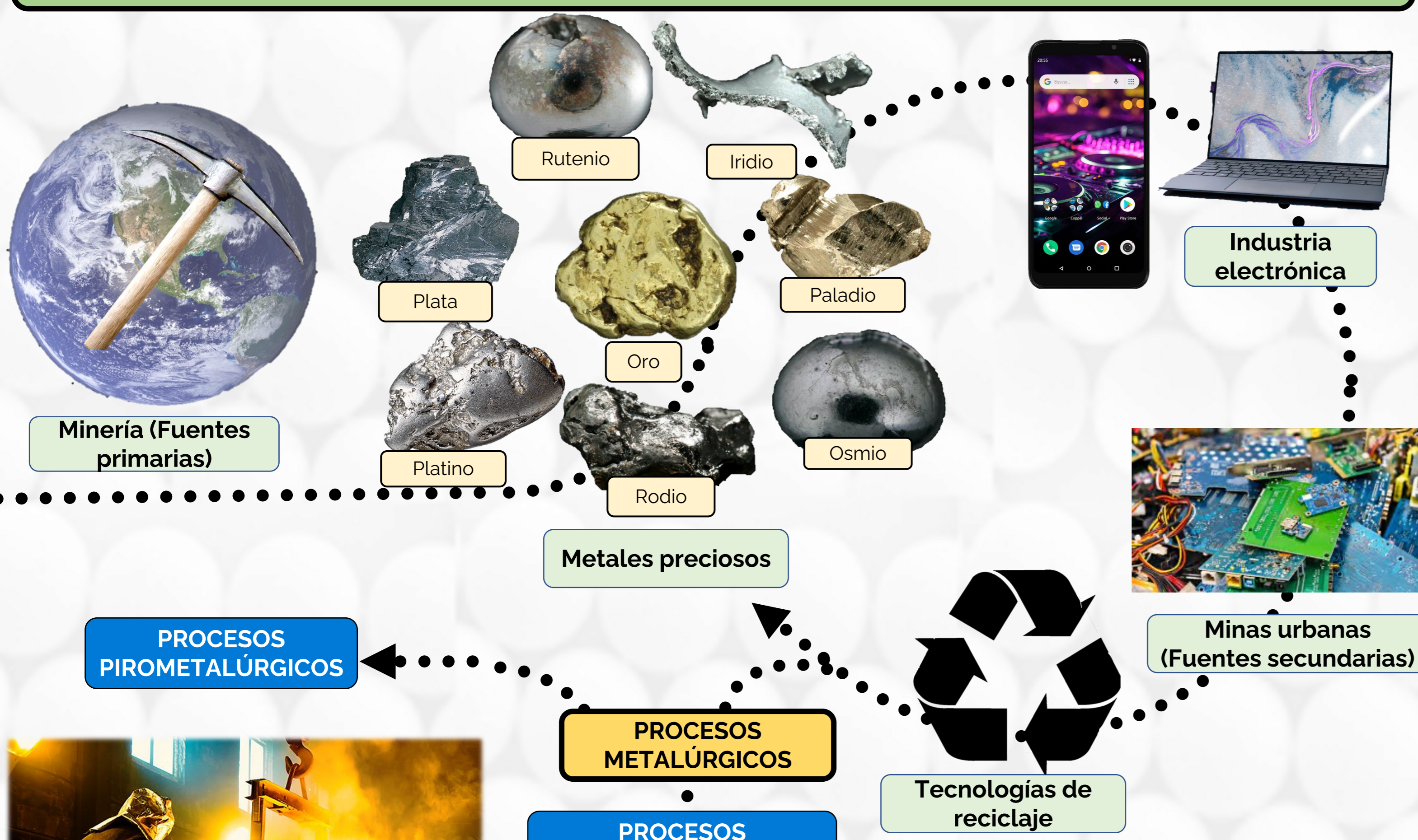


Enrique Eduardo Salazar Calderón, Luz Kareli Miranda Navarrete, Sergio Ramirez López, ¹Jessica Morales Aguilar, Liliana Hernández Perales, Ricardo Navarro Mendoza

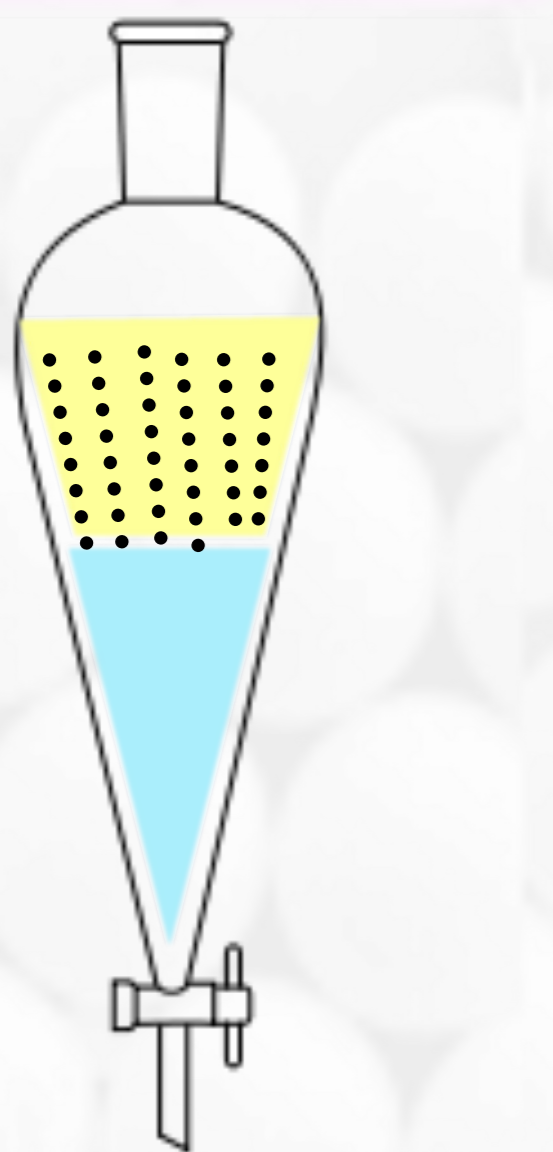
Departamento de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato. Cerro de la Venada s/n, Col. Pueblito de Rocha, CP 36040. Guanajuato, Gto., México.

INTRODUCCIÓN

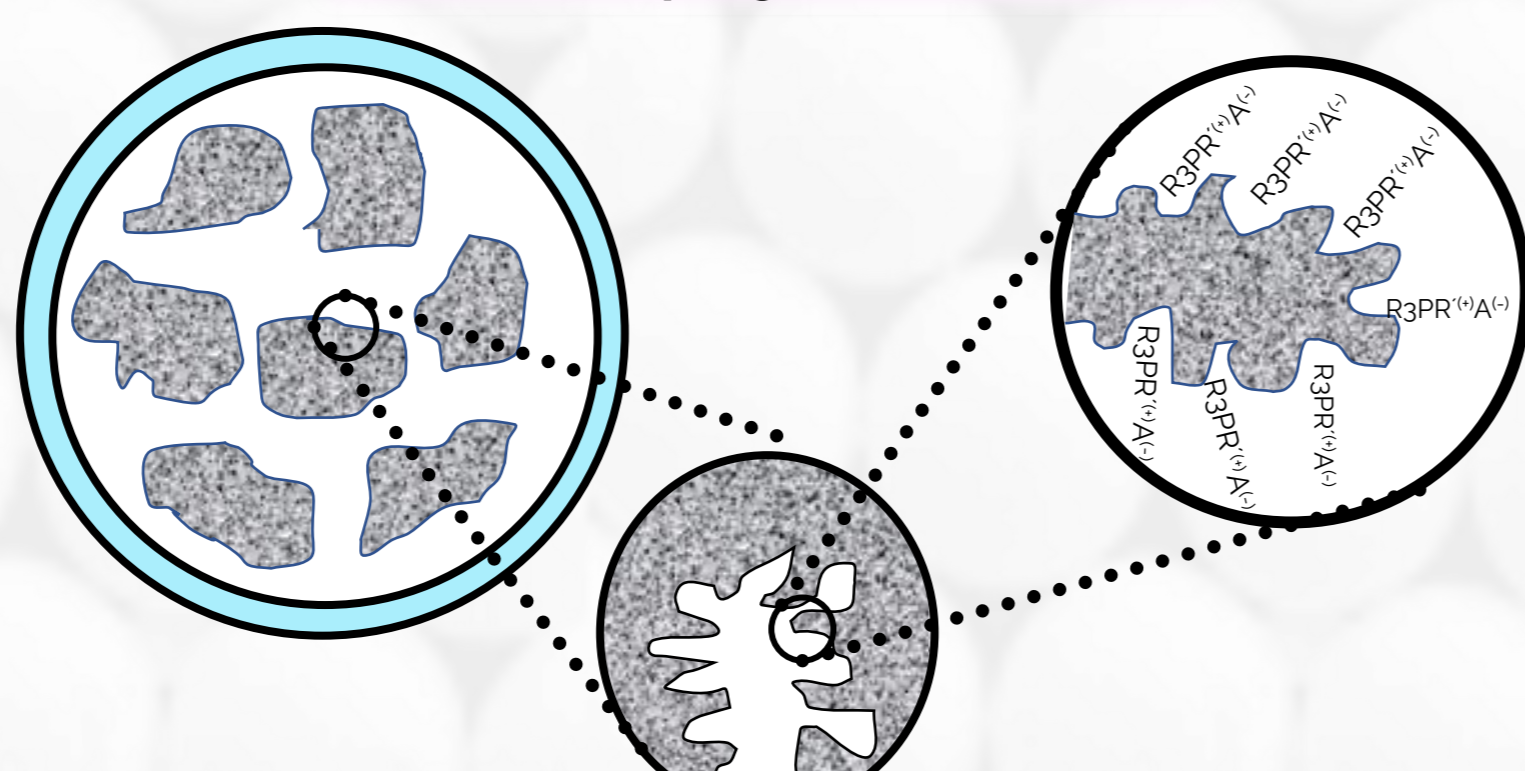


Métodos de recuperación y separación

Extracción Líquido-Líquido (por solventes orgánicos)



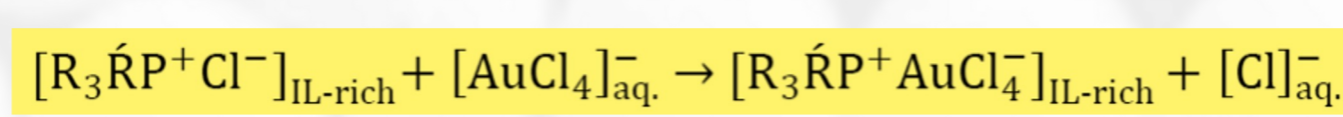
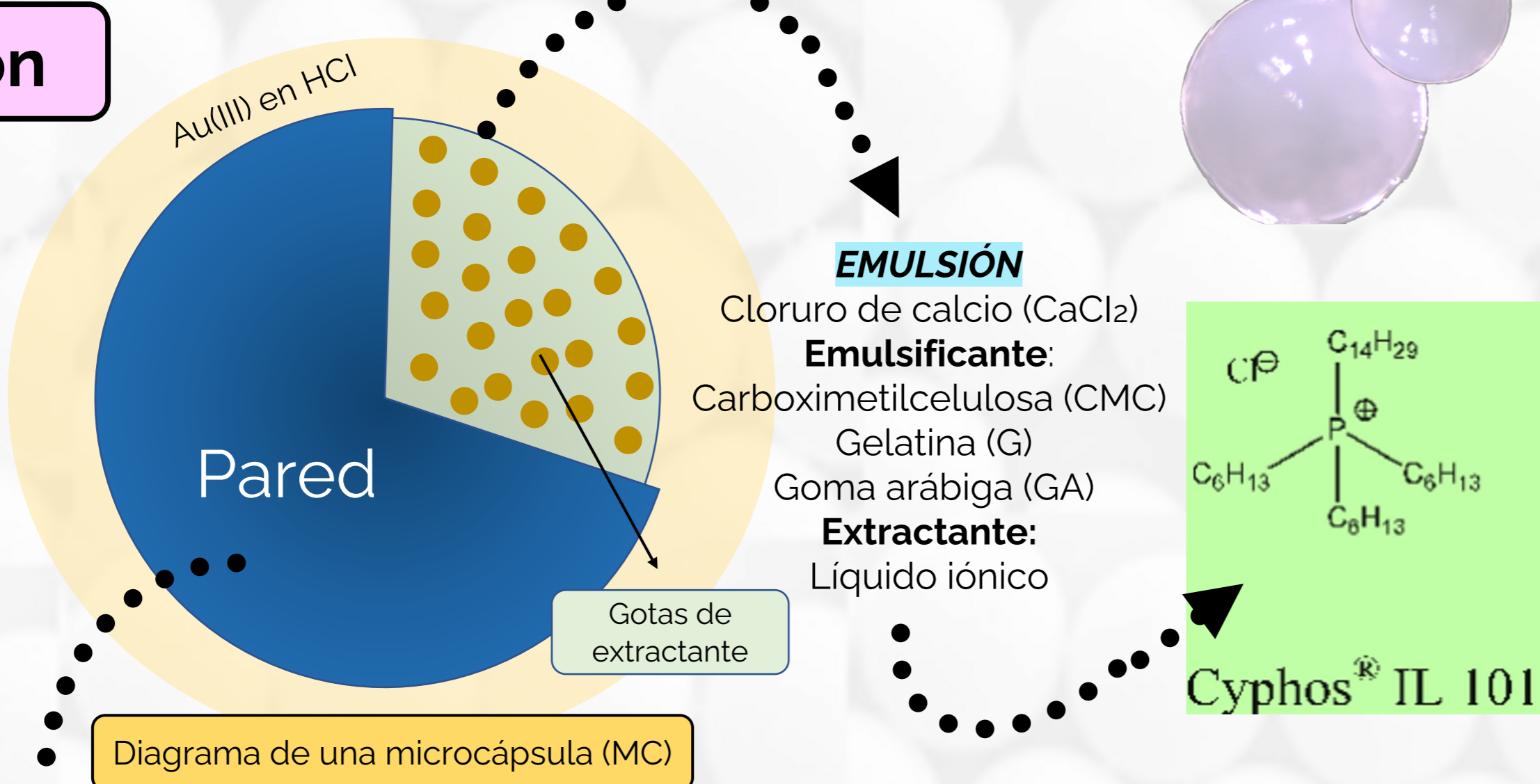
Extracción en fase sólida (Resinas impregnadas)



Microencapsulación

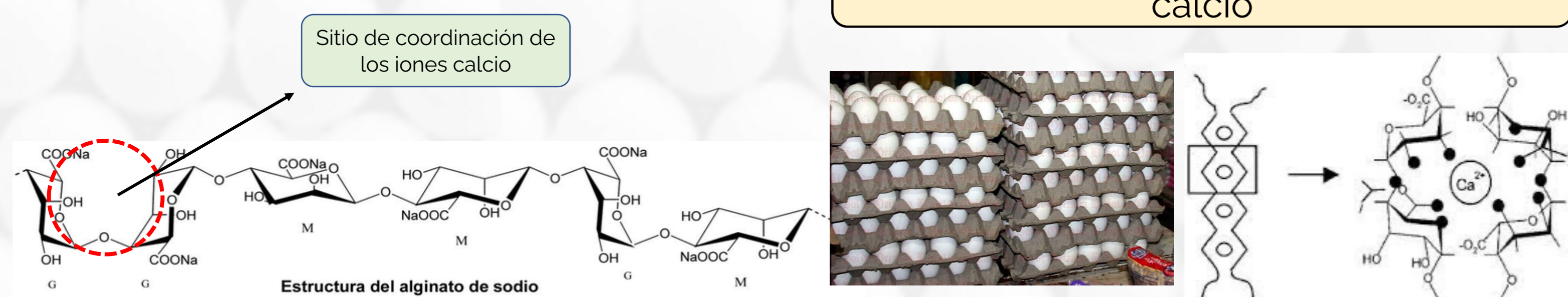
Materiales encapsulantes

- Durabilidad
- Reproducibilidad
- Resistencia
- Amigable con el medio ambiente
- Aplicabilidad sencilla y amplia
- Rentabilidad económica



Alginato de calcio

Gelificación inversa del alginato de calcio



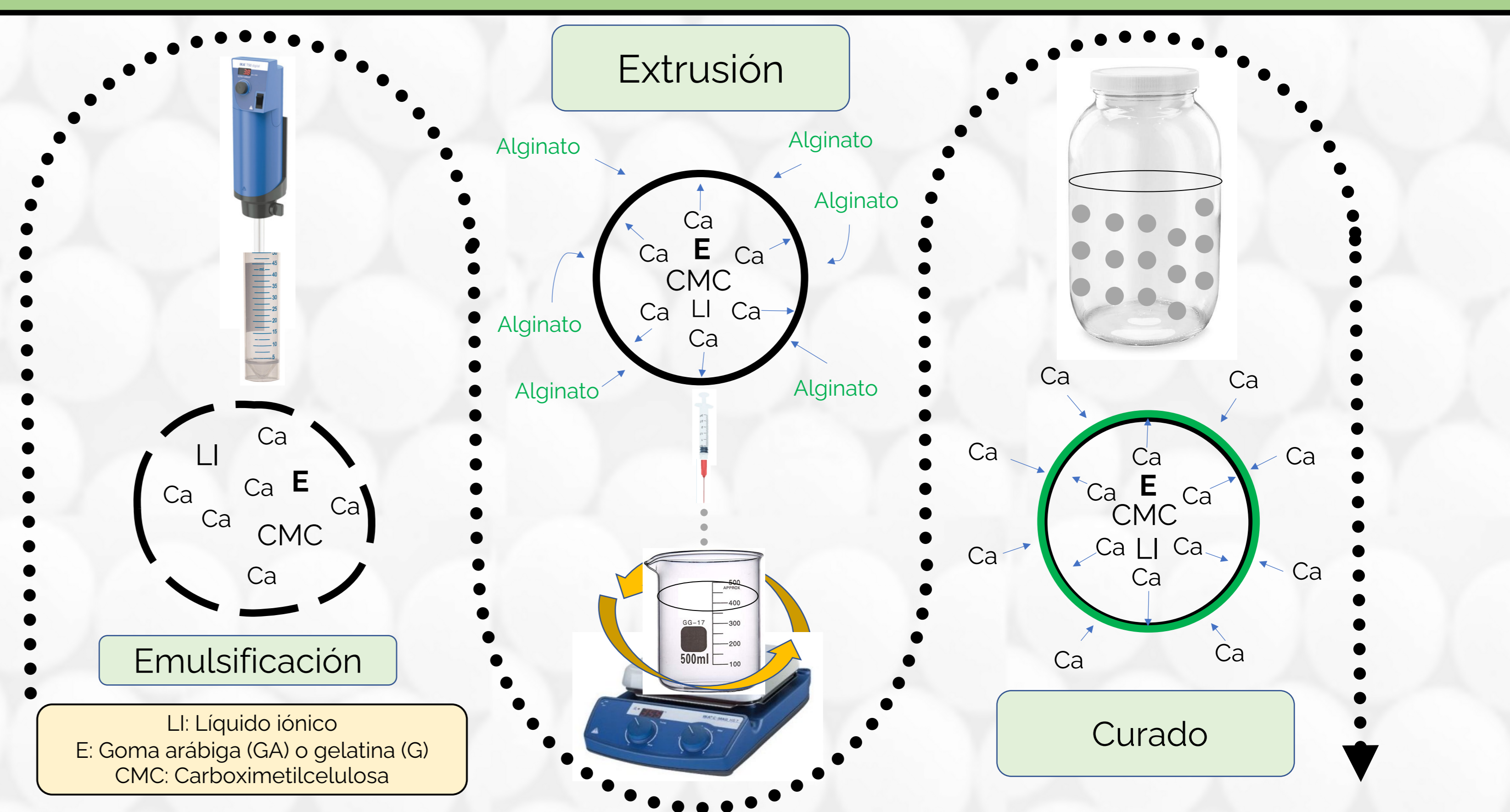
OBJETIVO

Obtener materiales fabricados con diversos agentes emulsificantes a base de Cyphos IL 101 microencapsulado con alginato de calcio mediante gelificación inversa para evaluar el efecto de los emulsificantes sobre la estabilidad de los materiales y su capacidad de extracción de Au(III) en medio ácido, en función del tiempo fabricación de dichos materiales.

REFERENCIAS

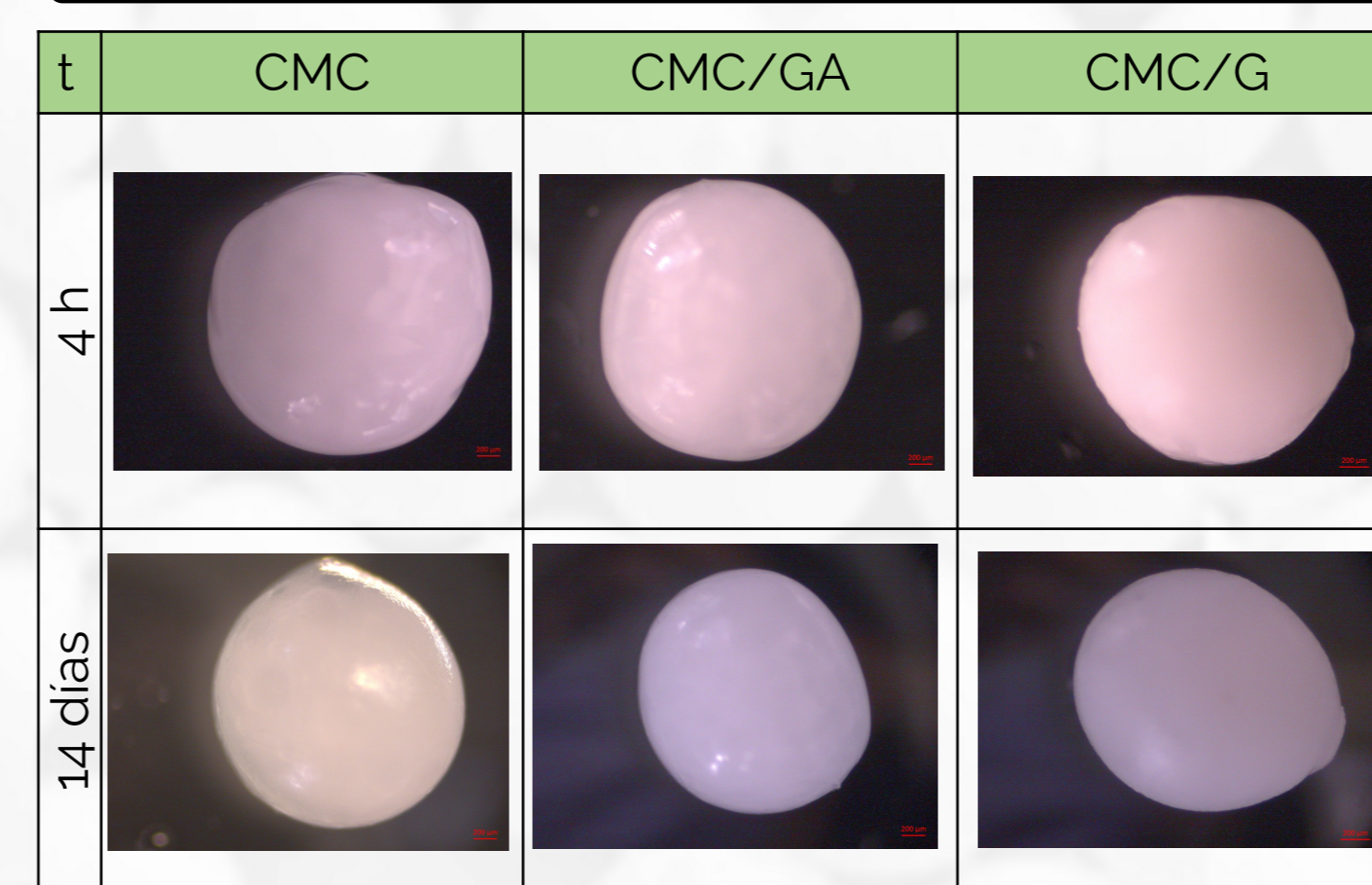
- [1] V. Nguyen, J. Lee, M. Kim, S. Kim, A. Chagnes y G. Cote, «Sustainable extraction and separation of precious metals from hydrochloric media using novel ionic liquid-in-water microemulsion.» Hydrometallurgy. 2017, 171, 344-354.
- [2] V. Nguyen, J. Lee, J. Jeong, B. Kim, G. Cote y A. Chagnes, «Extraction of Gold(III) from Acidic Chloride Media Using Phosphonium-based Ionic Liquid as an Anion Exchanger.» Ind. Eng. Chem. Res. 2015, 54, 4, 1350-1358.
- [3] A. L. Saha, V. Kumar, J. Tiwari, S. S. Rawat, J. Singh y K. Baudh, «Electronic waste and their leachates impact on human health and environment: Global ecological threat and management.» Environmental Technology & Innovation. 2021, 24, 102049.

METODOLOGÍA



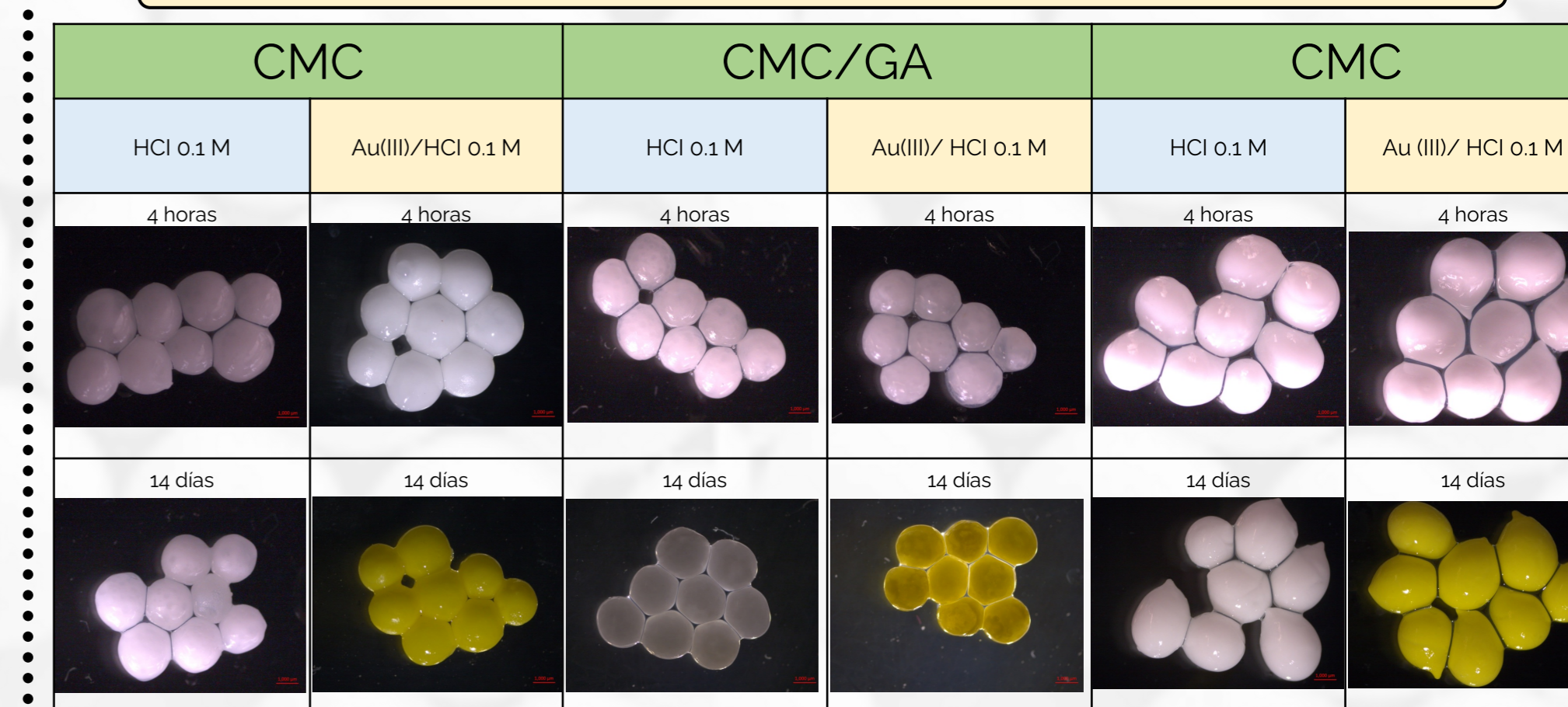
RESULTADOS

Microscopía óptica



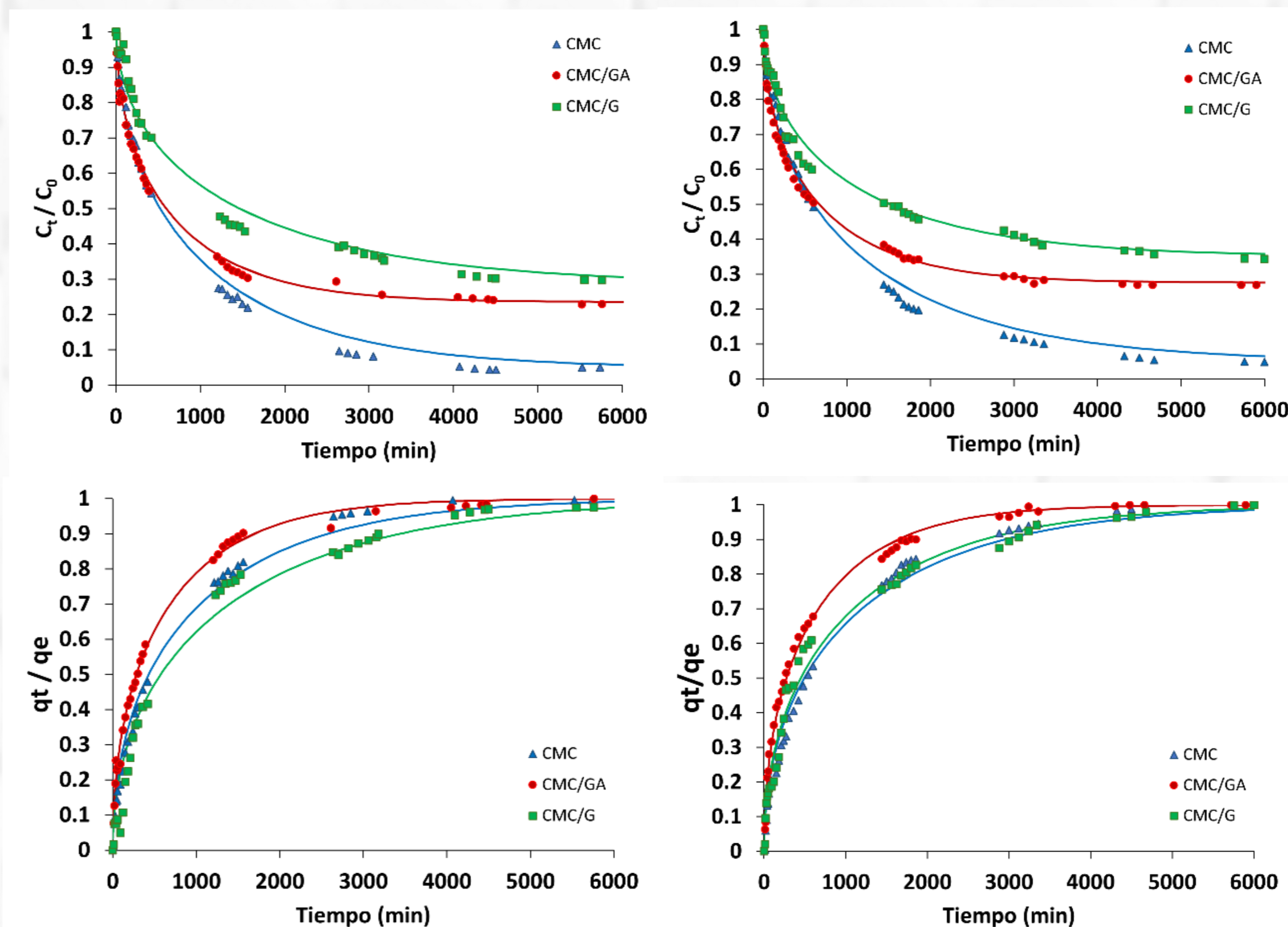
Microfotografías tomadas a MC de CMC, CMC/GA, CMC/G a 4 horas y 14 días desde su fabricación (Φ_{CMC} = 2.024 mm, 1.919 mm, 2.475 mm) y $\Phi_{CMC/G}$ = 2.030 mm, 1.917 mm, 2.442 mm)

Resistencia mecánica



Microfotografías tomadas a MC de CMC, CMC/GA, CMC/G a 4 horas y 14 días desde su fabricación en medios: HCl 0.1 M y Au(III) en HCl 0.1 M.

Cinéticas de extracción de Au(III) en medio ácido (HCl 0.1 M) con MC a 4 horas (izquierda) y 14 días (derecha) de su fabricación



Modelo de Zhu y Sengupta

$$\frac{qt}{q_{eq}} = 1 - \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} e^{-n^2 \pi^2 D_t / r^2}$$

Parámetro	CMC	CMC/GA	CMC/G
Díametro de las MC (mm)	2.024	1.917	2.475
Coefficiente de difusión intraparticular ($10^{-11} \text{ m}^2 \text{ min}^{-1}$)	7.26	9.91	8.13
Cl/Co	0.045	0.228	0.279
Díametro de las MC (mm)	2.030	1.919	2.442
Coefficiente de difusión intraparticular ($10^{-11} \text{ m}^2 \text{ min}^{-1}$)	6.39	10.30	10.10
Cl/Co	0.048	0.269	0.343

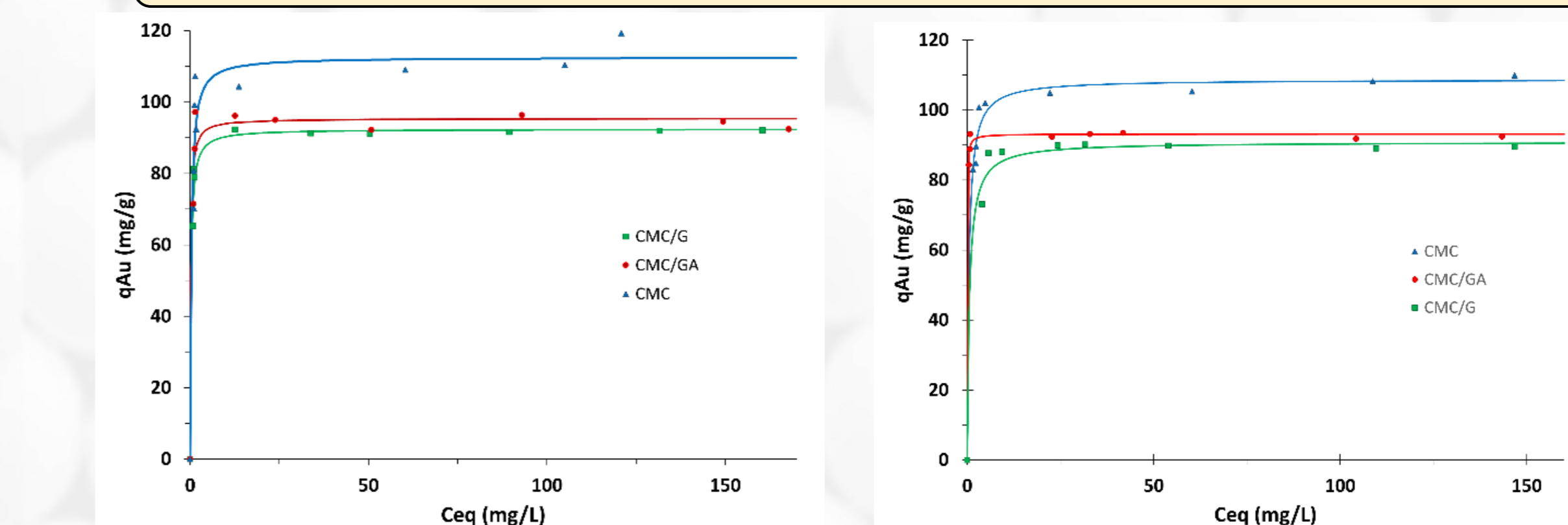
Gráficos de fracción residual del metal en solución (C_t/C_0) en función del tiempo de extracción (arriba) y fracción de aproximación al equilibrio en función del tiempo de extracción (abajo). MC a las 4 horas de su fabricación.

Gráficos de fracción residual del metal en solución (C_t/C_0) en función del tiempo de extracción (arriba) y fracción de aproximación al equilibrio en función del tiempo de extracción (abajo). MC a las 14 días de su fabricación.

Condiciones de extracción: $C_0 = 188, 191$ y 180 mg L^{-1} para CMC, GA y G respectivamente. $m/V = 2.0 \text{ g L}^{-1}$, $[HCl] = 0.1 \text{ M}$; $T = 20^\circ \text{ C}$.

Condiciones de extracción: $C_0 = 179, 181$ y 180 mg L^{-1} para CMC, GA y G respectivamente. $m/V = 2.0 \text{ g L}^{-1}$, $[HCl] = 0.1 \text{ M}$; $T = 20^\circ \text{ C}$.

Isotermas de extracción de Au(III) con MC con 4 horas (izquierda) y 14 días (derecha) de fabricación en medio ácido (HCl 0.1 M)



Condiciones de extracción: $C_0 = 162-377 \text{ mg L}^{-1}$, $[HCl] = 0.1 \text{ M}$, $T = 20^\circ \text{ C}$, $m/V = 2.0 \text{ g L}^{-1}$.

Condiciones de extracción: $C_0 = 170-371 \text{ mg L}^{-1}$, $[HCl] = 0.1 \text{ M}$, $T = 20^\circ \text{ C}$, $m/V = 2.0 \text{ g L}^{-1}$.

Modelo de Langmuir

$$q = \frac{q_m b C}{1 + b C}$$

Parámetro	CMC	CMC/GA	CMC/G
q_m	112.6	95.42	92.4
b	3.07	6.27	4.23
q_m	108.72	93.12	90.86
b	2.11	30.25	1.66

CONCLUSIONES

- El agente emulsificante que se emplea no condiciona o altera la morfología esférica obtenida.
- Las microcápsulas presentan buena resistencia mecánica al encontrarse en un medio ácido (HCl 0.1 M) y en disolución metálica de Au(III) en HCl 0.1 M.
- Las cinéticas alcanzaron el equilibrio a tiempos mayores a 5000 min, pero su eficiencia de extracción se vio afectada dependiendo del tipo de emulsificante.
- Las isotermas de sorción son muy favorables y similares para los tres lotes, con altas capacidades máximas de sorción. Las MC CMC (sin emulsificante) poseen una mayor capacidad de sorción, en comparación a las MC con GA o G. Esto podría deberse a una menor cantidad disponible de extractante en las MC con GA y G, lo cual requiere ser verificado.
- Sin importar el tipo de emulsificante empleado, la eficiencia y velocidad de extracción que inicialmente exhiben los materiales sintetizados se mantiene aún a los 14 días de su fabricación. Las emulsiones al interior de las MC también se mantienen estables.