

I. Introducción

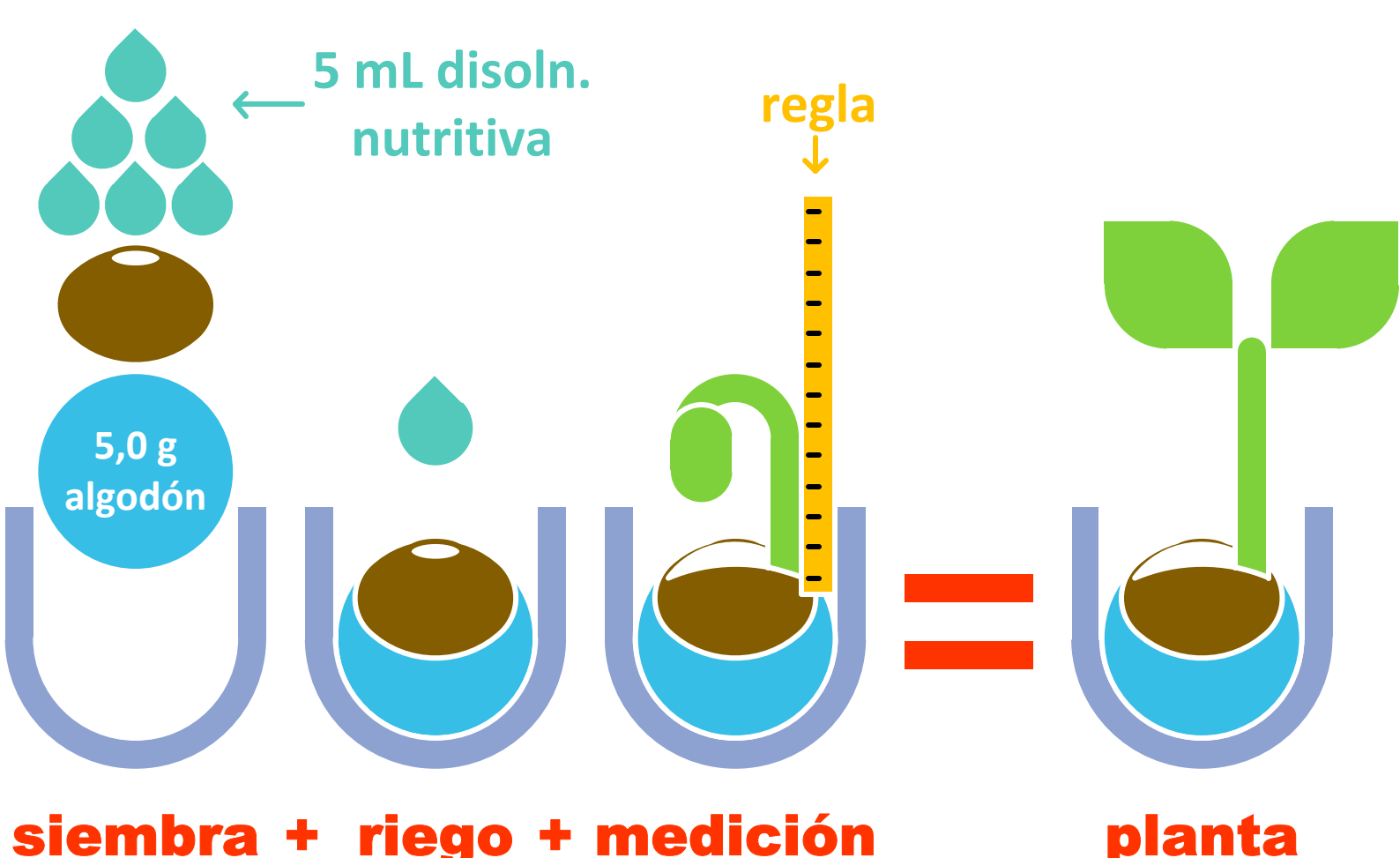
Hace algunos años ha surgido una tecnología verde para la remediación de suelos contaminados con metales pesados, la fitorremediación¹. Ésta implica el uso de plantas para la limpieza medioambiental, tanto en suelos contaminados como en cuerpos de agua.

Sin embargo, los metales no son metabolizados por la planta, sino que se acumulan en la biomasa², lo que origina otro problema ambiental (aún no resuelto).

Una alternativa, es la extracción de los metales presentes con complejantes amables con el medio ambiente en condiciones de amortiguamiento múltiple, y la posterior recuperación del metal por vía electroquímica³.

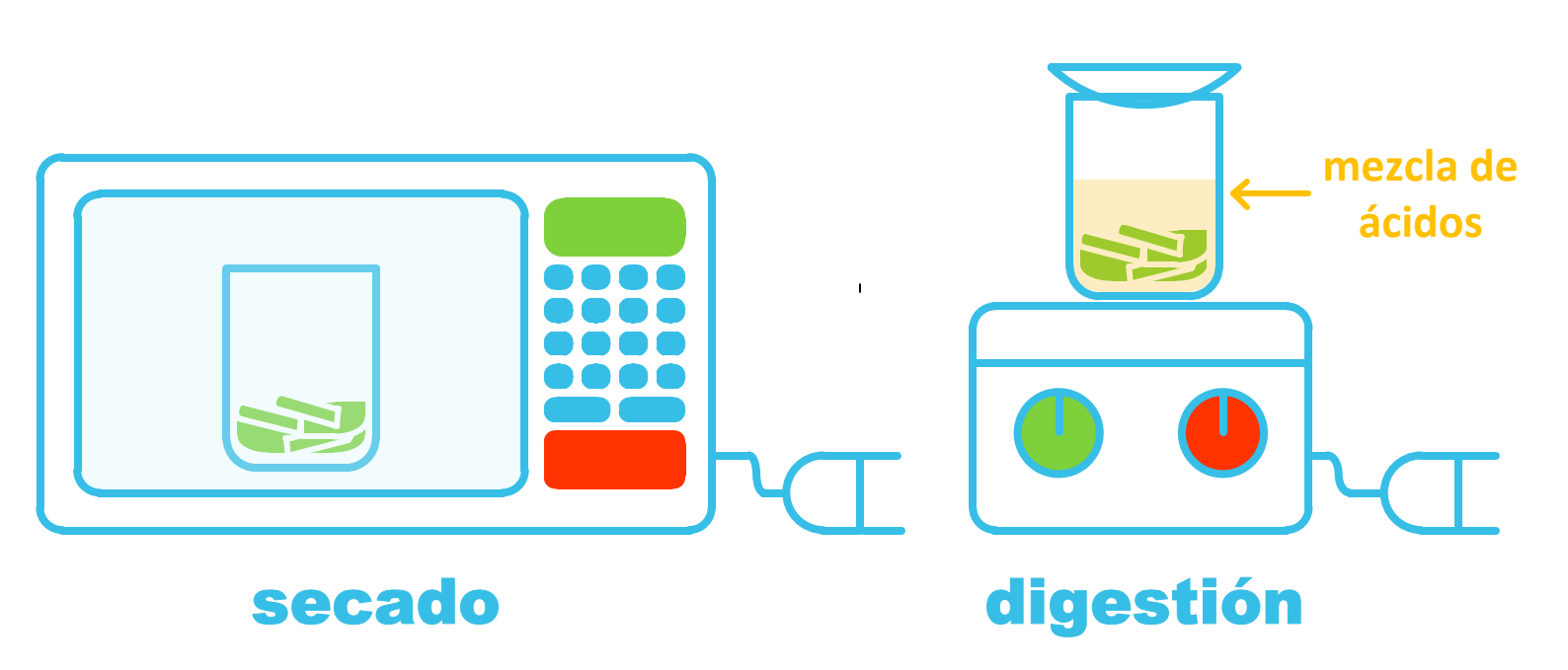
Este trabajo propone una metodología analítica para la determinación⁴ y extracción de mercurio por vía electroquímica en muestras simuladas de fitorremediación.

II. Metodología



Sistema simulado de fitorremediación

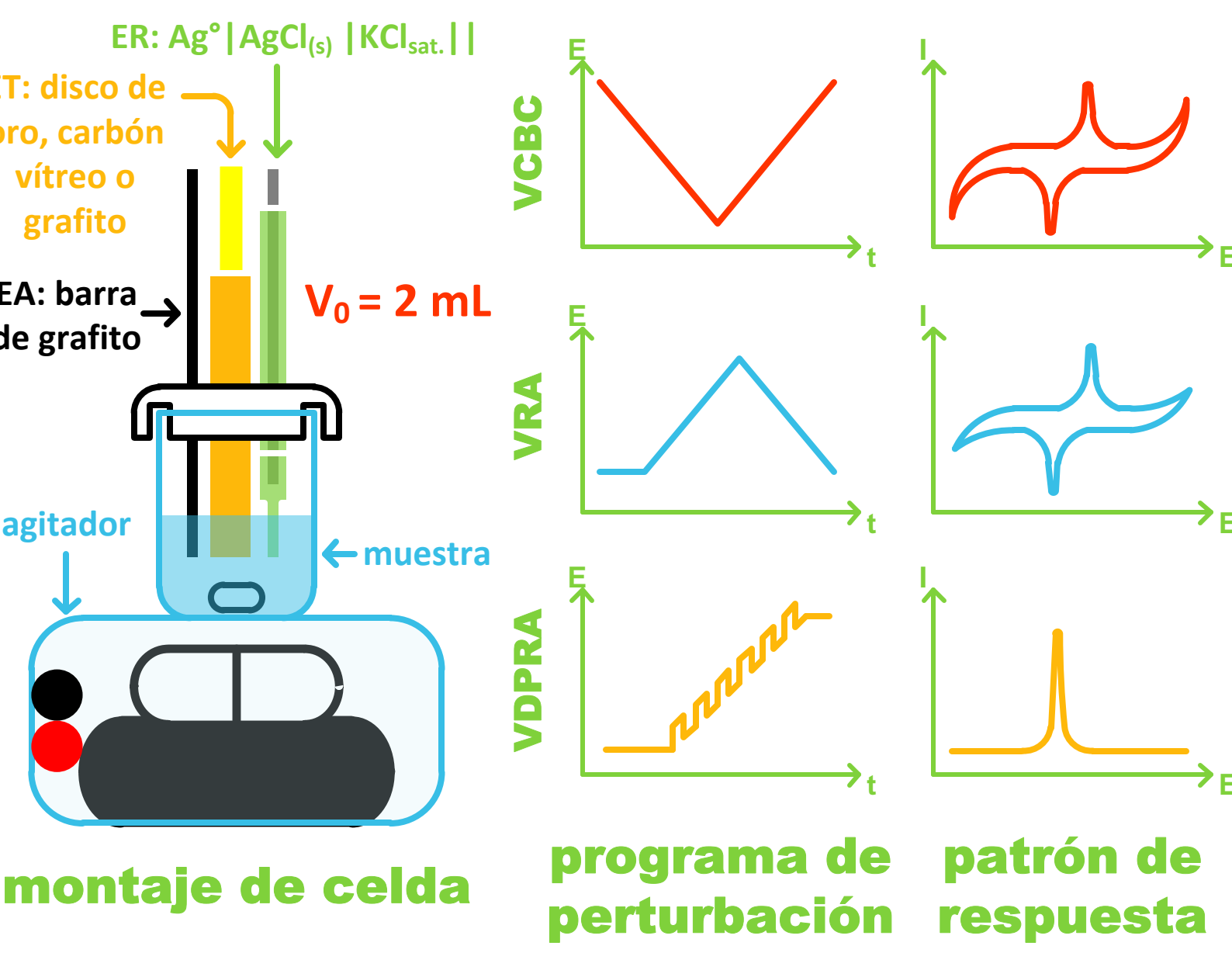
Cultivo - Hidroponía
 disoln. nutritiva de Hoagland y Arnon
 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ (1,0 – 0,001 mmol/L)
 8 lotes con 10 individuos
 (riego y medición diarios por 15 días)



Tratamiento de la muestra

Secado
7 min microondas

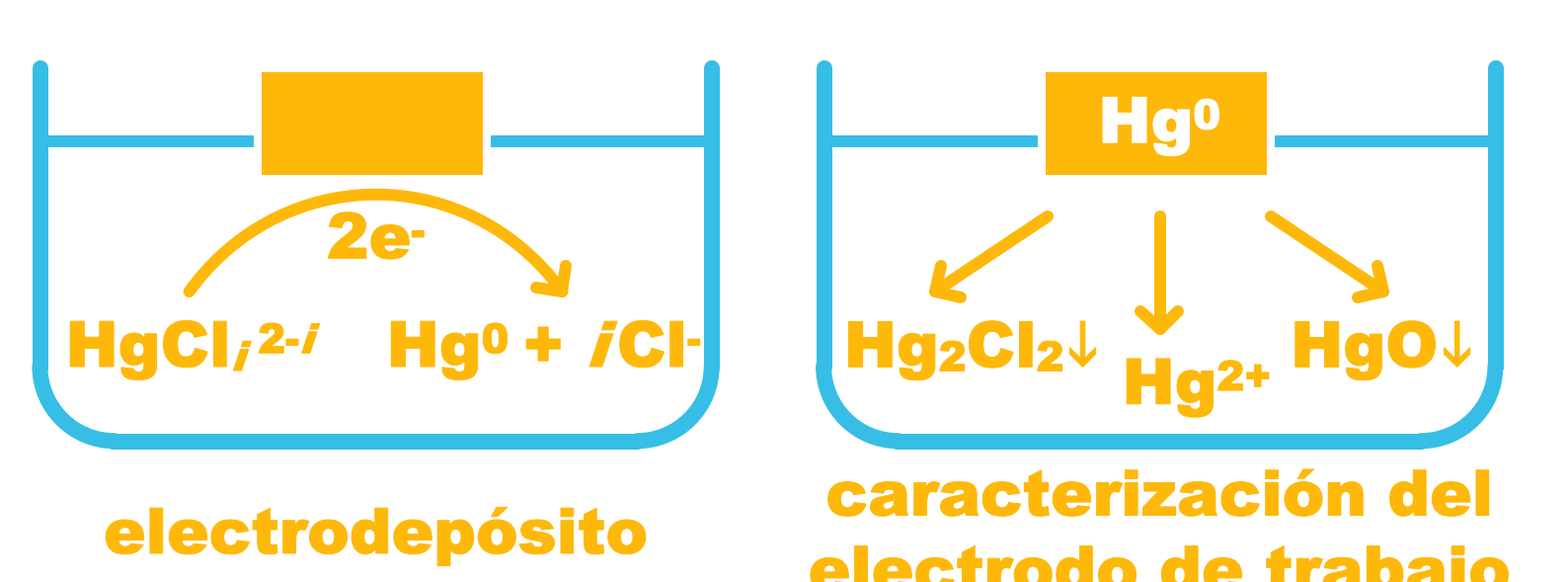
Digestión - vía húmeda
 HNO_3 y $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{SO}_4$ (1:1) conc.



Determinación de mercurio(II)

ET: disco carbón vítreo
 VCBC ($E_1=1,0\text{ V}$, $E_2=0,0\text{ V}$, $v=500\text{ mV/min}$)
 VRA ($E_d=-0,3\text{ V}$, $t_{d,RDC}=15\text{ min}$, $E_1=-0,3\text{ V}$, $E_2=1,0\text{ V}$, $v=500\text{ mV/min}$)

ET: disco oro
 VDPRA ($E_d=-0,3\text{ V}$, $t_{d,RDC}=15\text{ min}$, $E_1=-0,3\text{ V}$, $E_2=1,0\text{ V}$, $v=5\text{ mV/s}$, $ap=50\text{ mV}$)



Extracción de mercurio

ET: disco de grafito
 Electrodeposición ($E=-1,0\text{ V}$, $t_{RDC}=15\text{ min}$)
 VCBA ($E_1=-1,0\text{ V}$, $E_2=1,0\text{ V}$, $v=500\text{ mV/min}$)

V. Referencias

1. Salt, D. E.; Blaylock, M.; Kumar, N.P. B.A.; Dushenkov, V.; Ensley, B. D.; and Chet, I. *Biotechnology* **13** (1995) 468-474.
2. Ehsan, M.; Molumeli, P. A.; Espinosa, V. E.; Baeza, A.; Pérez, J.; Soto, M.; Ojeda, E.; Jean, D.; Ruiz, A.; and Robledo, E. *Journal of Applied Sciences* **7** (2007) 2380-2384.
3. Mayén-Mondragón, R.; Ibañez, J.G.; Vázquez R.C.; Baeza, A.; and Oropeza, M.T. *Water, Air, and Soil Pollution* **194** (2008) 45-55.
4. Andrews, R. W.; Larochele, J. H.; and Johnson, D. C. *Analytical Chemistry* **48** (1976) 212-214.

Agradecimientos

Al Colegio de Profesores de la Facultad de Química de la UNAM (CoCoCol) y la sección 024 de la AAPAUNAM, por el apoyo otorgado a través de la cátedra Alberto Urbina del Raso 2010-2.

III. Resultados

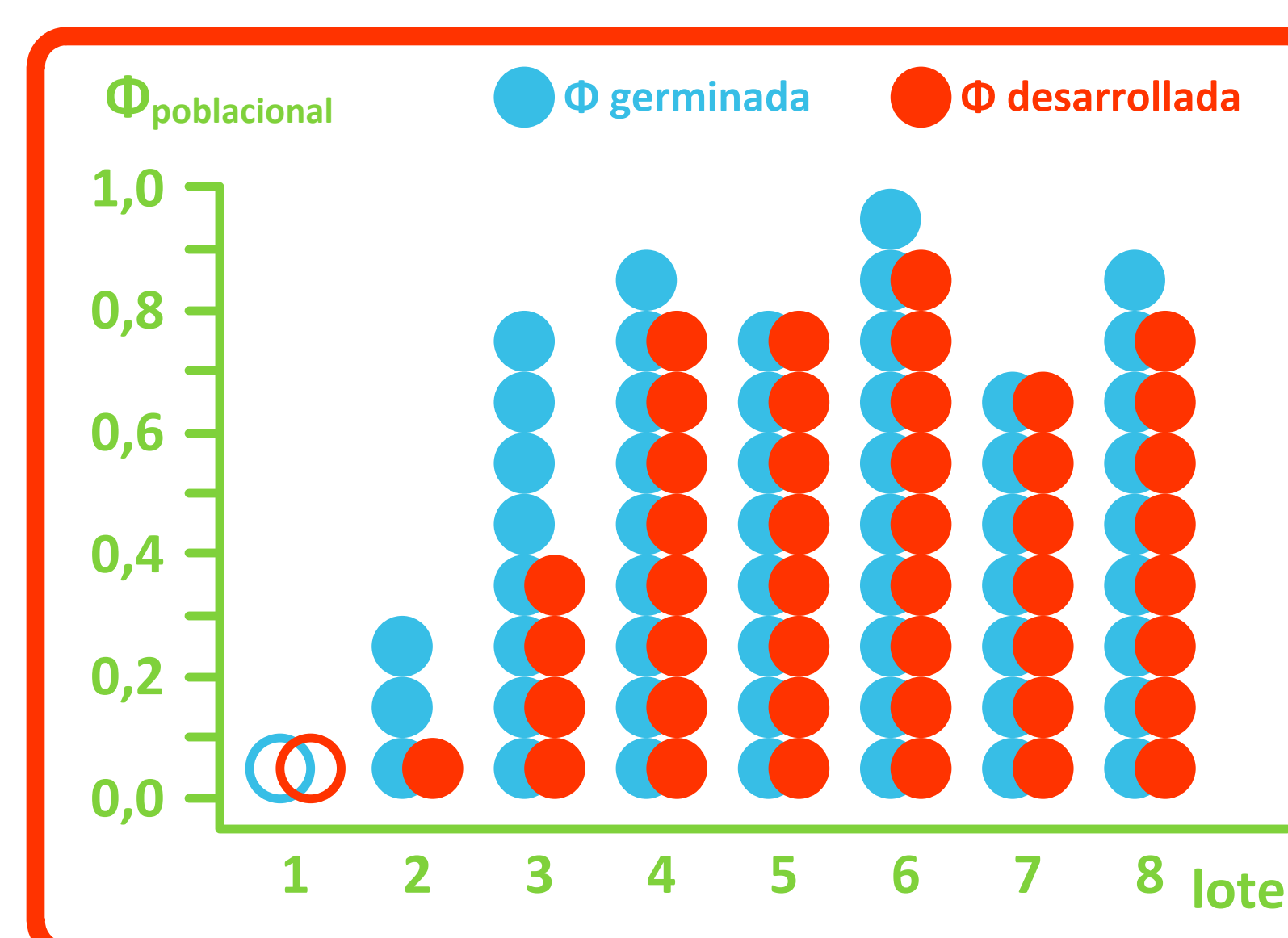


Figura1. Fracción poblacional de individuos germinados en comparación con los desarrollados para cada lote.

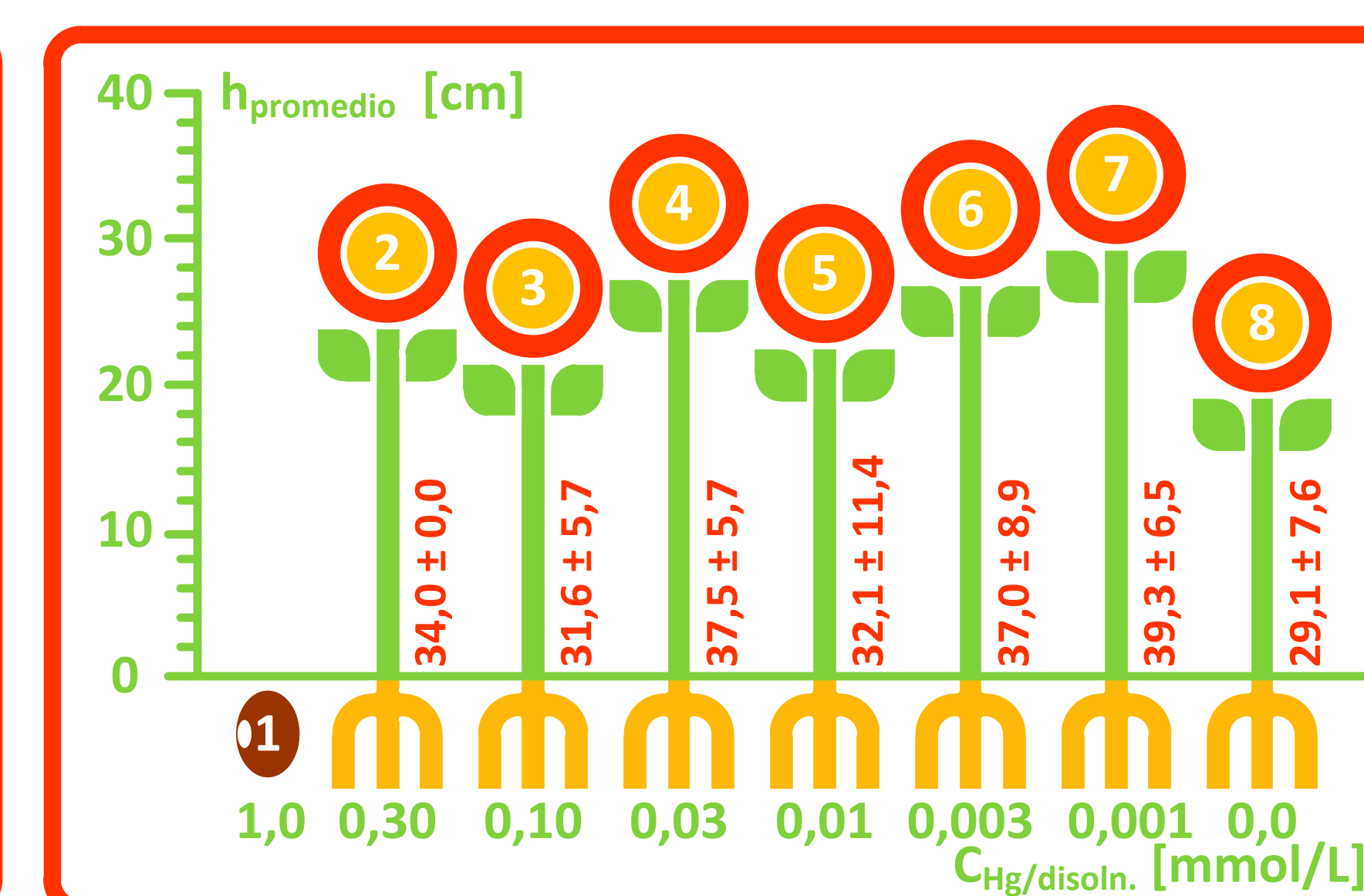


Figura2. Crecimiento (altura promedio) de cada lote en función de la concentración de mercurio(II) en la disolución nutritiva.

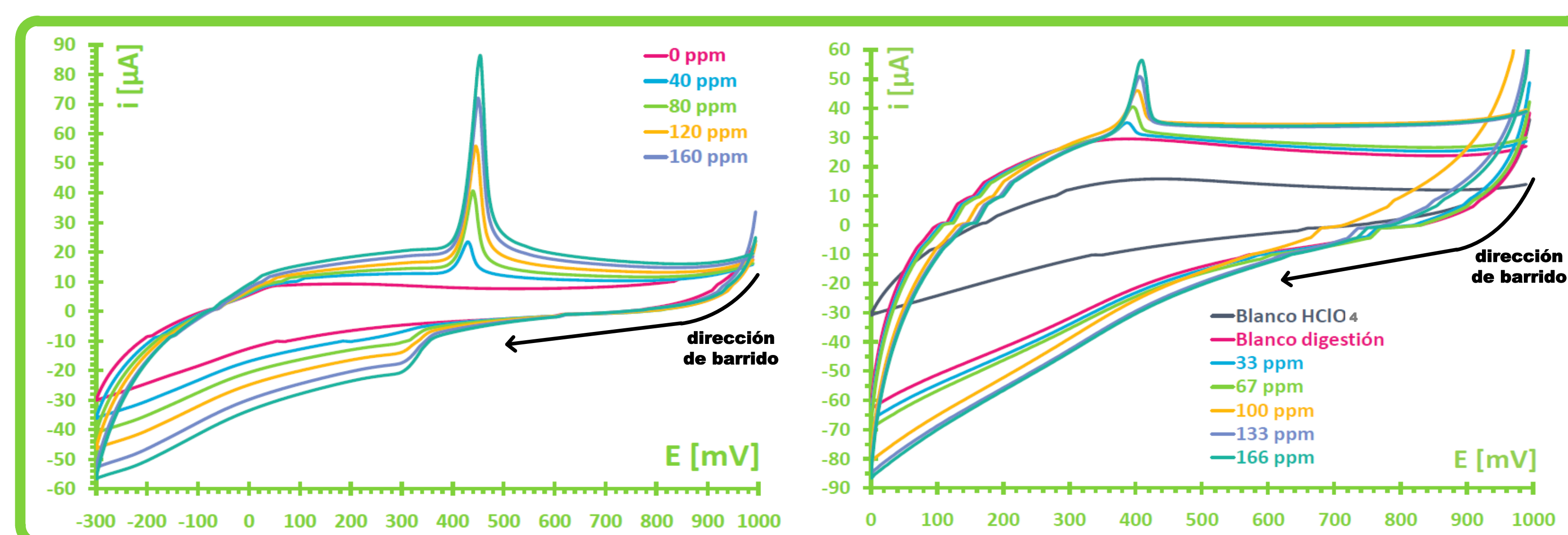
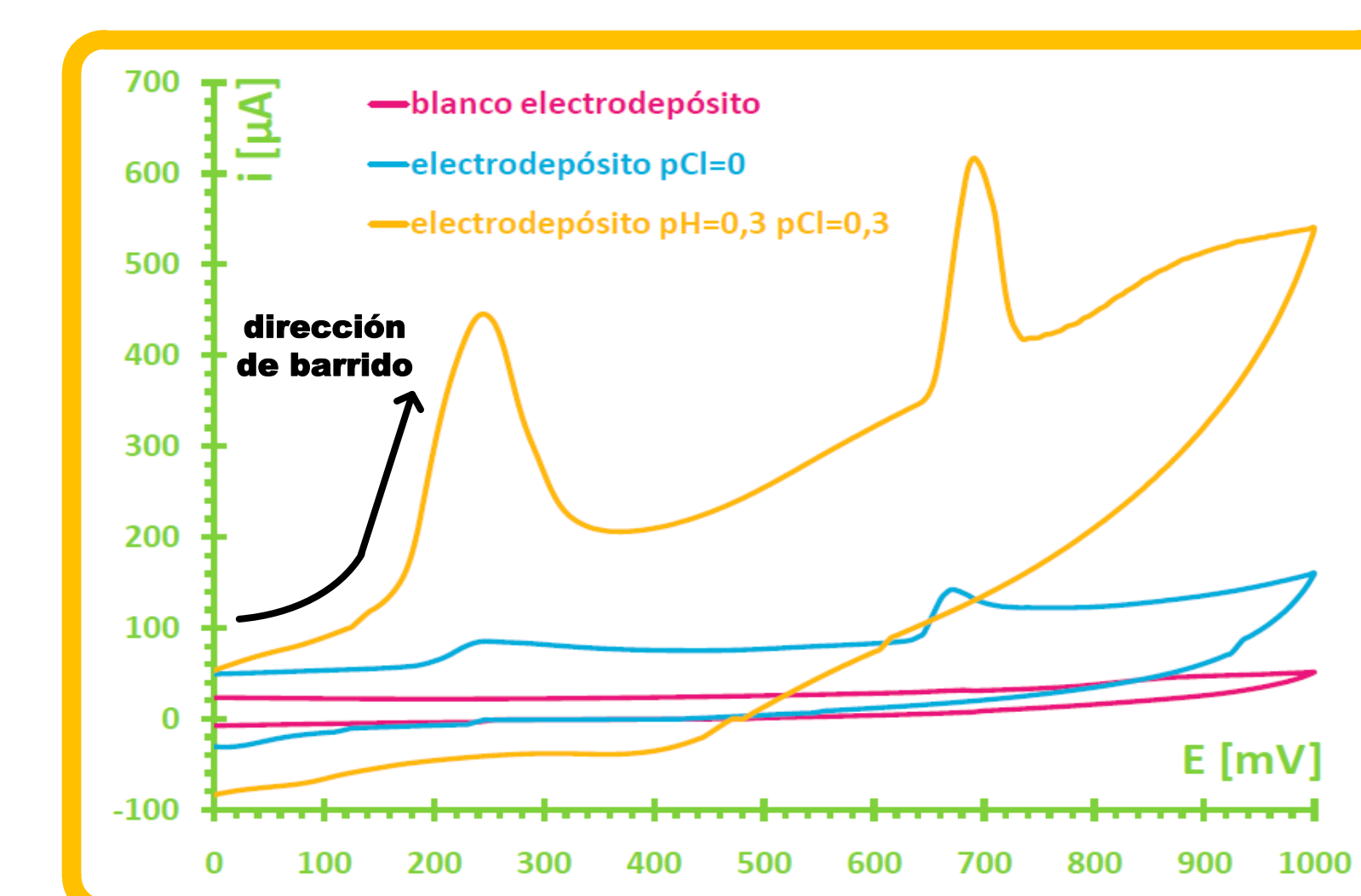


Figura3. Voltmaprogramas de una curva de calibración de mercurio(II) por VCBC con un electrodo de carbón vítreo en HClO_4 0,1 mol/L por adiciones estándar. En ausencia (izquierda) y presencia (derecha) de matriz de digestión.

Tabla1	Técnica (ET)	IC [ppm]	LD [ppm]	LC [ppm]	Tabla2	lote	$C_{\text{Hg/disoln.}}$ [mmol/L]	$C_{\text{Hg/planta}}$ [$\mu\text{g/g}$]
	VCBC (Cv)	33 – 166	22	73		4	0,030	8,27
VRA (Cv)	0,4 – 2,8	0,19	0,62	5	0,010	2,97		
VDPRA (Au)	0,02 – 0,10	0,01	0,04	6	0,003	0,34		
				7	0,001	0,17		

Tabla1. Resultados de las curvas de calibración, intervalos de concentración (IC), límites de detección (LD) y cuantificación (LC).
 Tabla2. Concentración de mercurio en las muestras simuladas de fitorremediación, obtenidas por VDPRA.

Figura4. Comparación de registros sobre un electrodo grafito en KNO_3 0,1 mol/L, imponiendo -1,0 V por 15 min en una disolución con 60 ppm de mercurio(II).



IV. Conclusiones

- ✓ Intervalo límite de tolerancia de *Phaseolus vulgaris* al mercurio(II), alrededor de $64 - 213 \mu\text{g}_{\text{Hg}}/\text{g}_{\text{sustrato}}$.
- ✓ Obtención de límites de detección y cuantificación para la determinación de mercurio(II) por VCBC (Cv), VRA (Cv) y VDPRA (Au). Determinación de mercurio en muestras simuladas de fitorremediación.
- ✓ Electrodeposición de mercurio(II) sobre un electrodo de grafito amortiguando pH y pCl, viabilidad de la propuesta.

