

## Desarrollo de un inmunosensor electroquímico no competitivo para la detección y cuantificación de clomazone en muestras de agua de río. Uso de fagos conjugados con nanocristales de CdSe como marcadores

**Aylén Di Tocco<sup>a\*</sup>, Roodney Alberto Carrillo Palomino<sup>b</sup>, Gabriela Valeria Porcal<sup>c</sup> María Alicia Zon<sup>b</sup>, Héctor Fernández<sup>b</sup>, Sebastián Noel Robledo<sup>a</sup>, Fernando Javier Arévalo<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto. Instituto para el Desarrollo Agroindustrial y de la Salud (IDAS-UNRC-CONICET). Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 5800

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto. Instituto para el Desarrollo Agroindustrial y de la Salud (IDAS-UNRC, CONICET). Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 5800

<sup>c</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto. Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA-UNRC, CONICET). Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 5800

\* e-mail: aditocco@exa.unrc.edu.ar

El clomazone (CL) es un herbicida de amplio espectro usado en el cultivo de soja, algodón, arroz, caña de azúcar, maíz, tabaco y otros cultivos de hortalizas. Es un contaminante potencial del agua porque se aplica directamente al suelo y, dada su solubilidad ( $1100 \text{ mg L}^{-1}$ ), puede filtrarse a aguas superficiales y ser transportado por aguas subterráneas.<sup>1</sup> Existe una gran preocupación medioambiental por la bioacumulación de tales contaminantes en el ecosistema, particularmente en ambientes acuáticos rurales.<sup>2</sup> Por tal motivo, resulta de gran importancia el desarrollo de nuevas herramientas portátiles, rápidas, baratas y fáciles de usar que permitan el monitoreo de CL en aguas. En este trabajo, como una alternativa de rendimiento superior a los haptenos conjugados competitivos convencionales, presentamos el desarrollo de un inmunosensor electroquímico no competitivo, libre de enzimas, para la detección de CL en muestras de agua de río. Para ello, se usó un clon específico de un fago de la familia M13, conjugado con nanocristales de CdSe (fago-CdSe NCs). El fago tiene la capacidad de reconocer el inmunocomplejo formado entre CL y el anticuerpo monoclonal anti-clomazone (CLmAb).

Para la construcción del inmunosensor electroquímico se utilizaron electrodos serigrafados de carbono (ESC) modificados con un compuesto formado CLmAb, nanotubos de carbono de pared múltiple (NTCPM) y quitosano. La determinación de CL se realizó a partir de la disolución de los CdSe NCs en solución de HCL 0,1 M. El  $\text{Cd}^{+2}$  liberado se detectó por voltamperometría de redisolución anódica de onda cuadrada, aplicando un potencial de acumulación ( $E_{ac}$ ) de  $-0,95 \text{ V}$  durante 300 s. Se optimizaron las variables experimentales involucradas en la construcción del inmunosensor electroquímico como la concentración de fago-CdSe NCs y de CLmAb. Cada una de las etapas de construcción del inmunosensor se monitorearon por espectroscopia de impedancia electroquímica y voltamperometría cíclica. Se construyó una curva de calibración en un intervalo de concentraciones entre  $1 \times 10^{-3}$  a  $1 \times 10^2 \text{ ng mL}^{-1}$  de CL. Se obtuvieron un límite de detección de  $38 \text{ pg mL}^{-1}$ , una sensibilidad de  $1,34 \text{ ng mL}^{-1}$ , con coeficientes de variación entre 5 y 25%, lo que indica que el inmunosensor propuesto fue sensible y reproducible. Este efecto es atribuido al gran número de CdSe NCs unidos a los fagos, que permitieron generar un efecto multiplicador de la señal. El inmunosensor propuesto fue utilizado para detectar CL en muestras de agua de río contaminadas "expresado", logrando porcentajes de recuperación cercanos al 100%.

Por todo lo mencionado, podemos afirmar que se logró desarrollar un inmunosensor electroquímico para la determinación de CL como una herramienta muy sensible para la detección y cuantificación de CL en aguas de río.

<sup>1</sup> Marjan S. Randelovic, M., J Taiwan Inst Chem Eng, 105 (2019) 115.

<sup>2</sup> Brucker, N., Menezes, C., Charão, M. F., da Silva, L. C., Oliveira, S., Stella, T., Rizzetti, T. M., Toxicol. Res., 10 (2011) 856

Agradecimientos La Dra. Aylén Di Tocco y el Ing. Roodney Alberto Carrillo Palomino agradecen a CONICET por su beca doctoral. Los autores también agradecen a FONCyT, CONICET y a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC por su aporte financiero que permitieron llevar a cabo este trabajo.