

Desarrollo de una plataforma inmunosensora electroquimioluminiscente basada en el electroinjerto de nanopuntos de carbono para la detección de glifosato

Tamara Guerrero Esteban

Estudiante de doctorado
Programa de Química Aplicada

Grupo de investigación Sensores Químicos y Biosensores

ÍNDICE

Introducción

Objetivos

Resultados

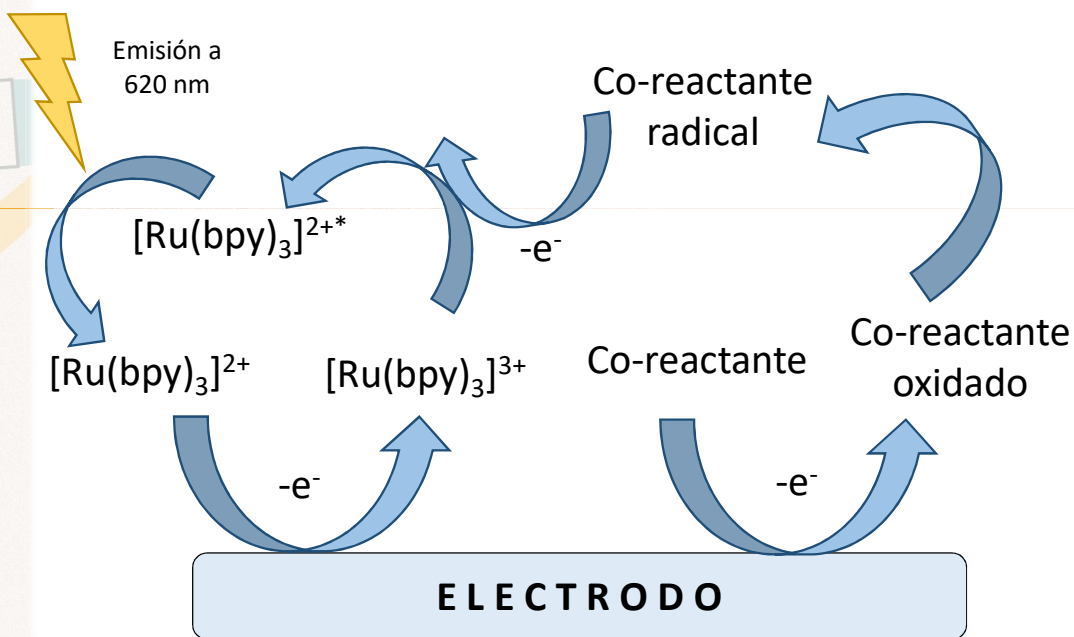
- Síntesis y caracterización de los nanopuntos de carbono (CND)
- Electroinjerto de los CND sobre electrodos serigrafiados de carbono (SPCE)
- Amplificación de la señal electroquimioluminiscente (ECL) mediante el uso de CND
- Fabricación del inmunosensor ECL
- Optimización de las variables experimentales
- Calibración y parámetros analíticos del inmunosensor
- Estudio de interferentes y aplicación a muestras reales

Conclusiones

Electroquimioluminiscencia

Especies generadas en electrodos experimentan reacciones de transferencia electrónica de alta energía para formar estados excitados que emiten luz cuando regresan al estado fundamental.

Mecanismo co-reactante

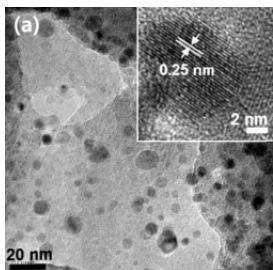


VENTAJAS

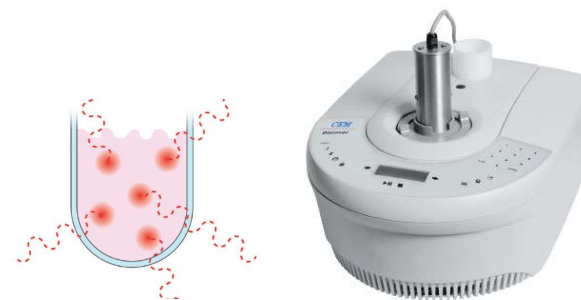
- Instrumentación simple
- Bajo costo
- No requiere fuente de luz
- Control rápido de medición
- Suciedad mínima del electrodo
- Versatilidad
- Amplio rango lineal
- Baja señal de fondo
- Alta sensibilidad
- Precisión
- Reproducibilidad
- Estabilidad

Poderosa herramienta analítica en el diseño de biosensores

Nanopuntos de carbono



Síntesis

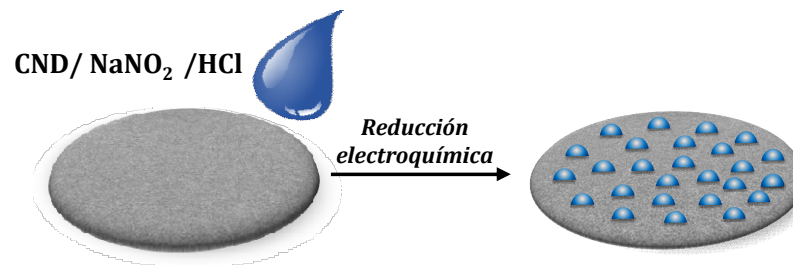
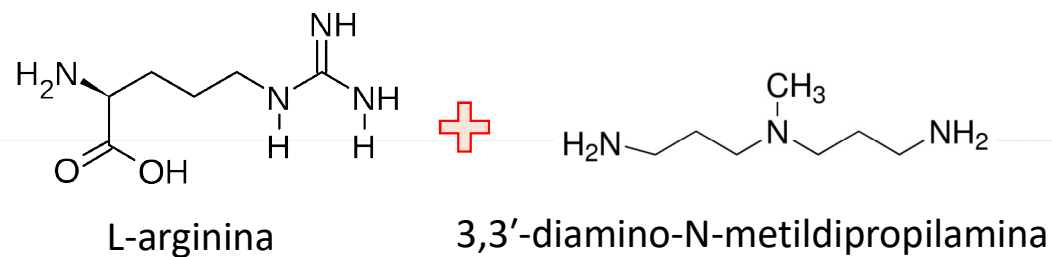


Baja toxicidad

Solubilidad en agua

Presencia de grupos funcionales en su superficie

Buena conductividad



Introducción

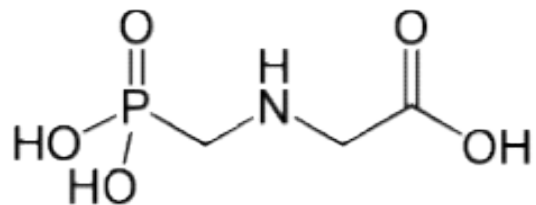
Objetivos

Resultados

Conclusiones

2

Glifosato



IARC y el glifosato

EL PAÍS SOCIEDAD

EDUCACIÓN MEDIO AMBIENTE IGUALDAD SANIDAD CONSUMO LAICISMO COMUNICACIÓN ÚLTIMAS NOTICIAS

GLIFOSATO >

Bayer acepta pagar 11.000 millones de dólares a las víctimas del herbicida Roundup en Estados Unidos

El gigante alemán intenta cerrar definitivamente decenas de miles de demandas por el pesticida de Monsanto, sin reconocer que provoque cáncer



Límites Máximos Residuales

~~Métodos analíticos convencionales~~

Introducción



Objetivos



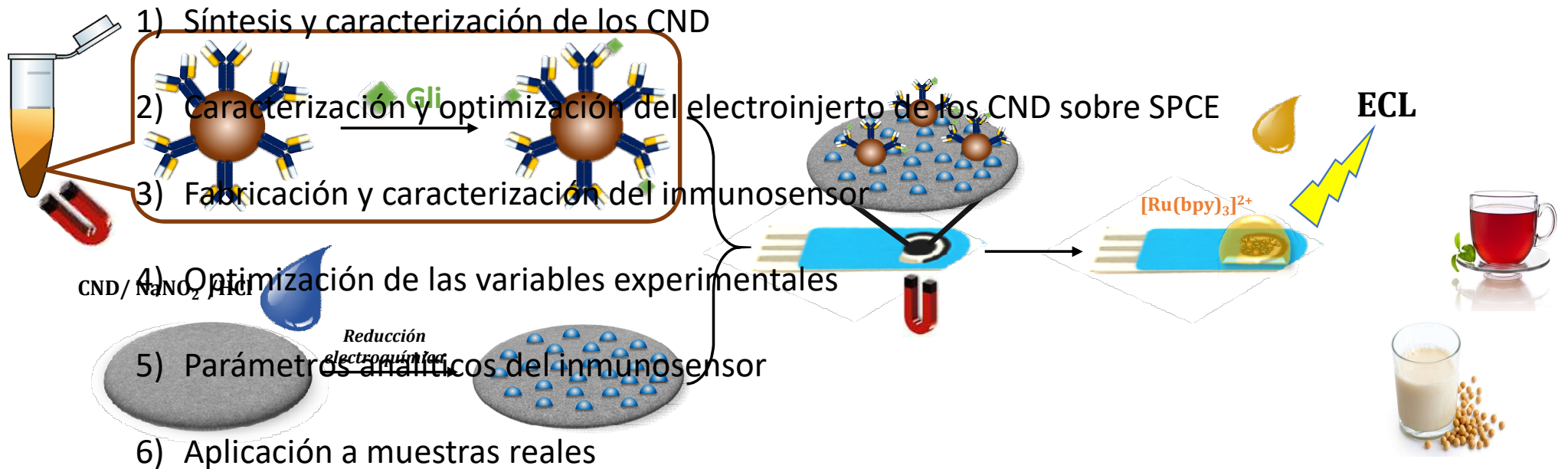
Resultados



Conclusiones



Desarrollo de un inmunosensor ECL rápido, selectivo y sensible para la determinación de glifosato



Introducción



Objetivos



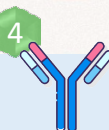
Resultados



Conclusiones

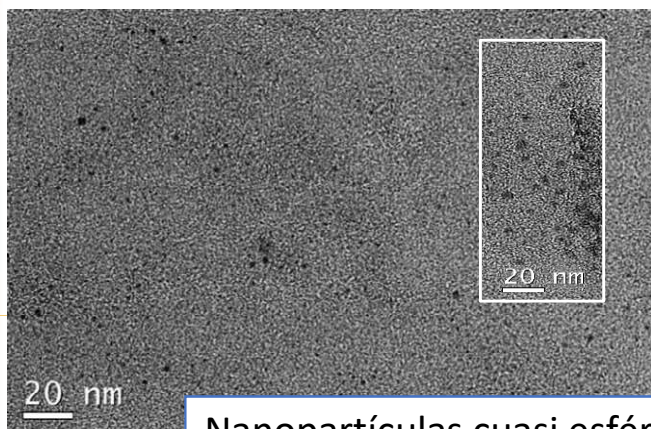


4

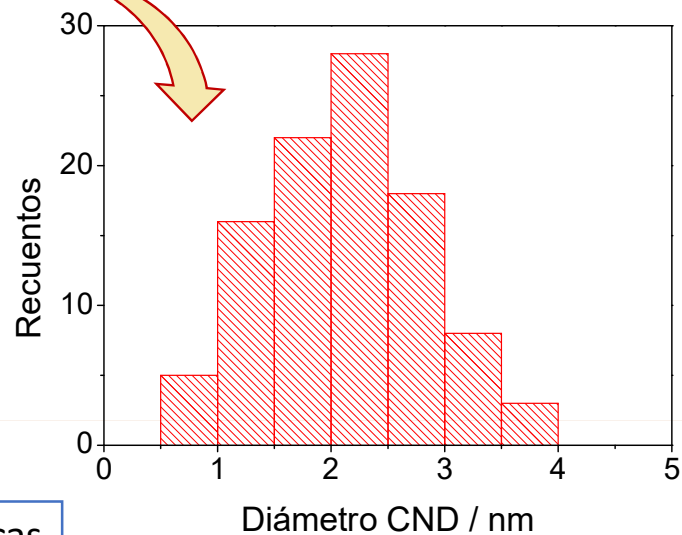


Caracterización de los nanopuntos de carbono (CND)

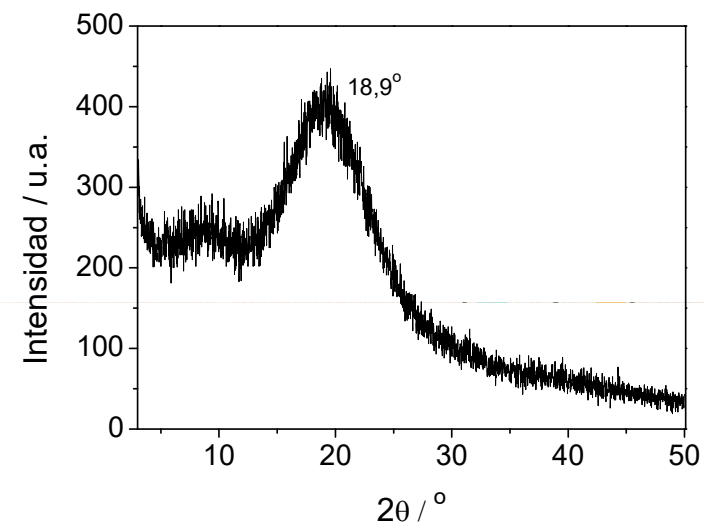
TEM



Nanopartículas cuasi esféricas

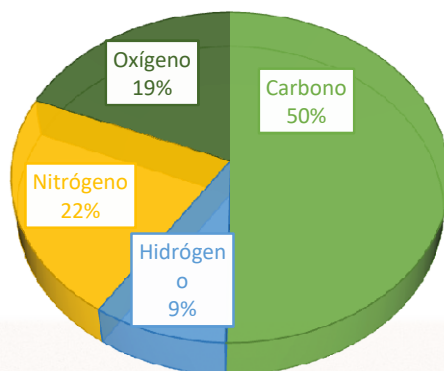


Rayos X



Morfología amorfa del nanomaterial

Análisis elemental



Introducción



Objetivos



Resultados



Conclusiones

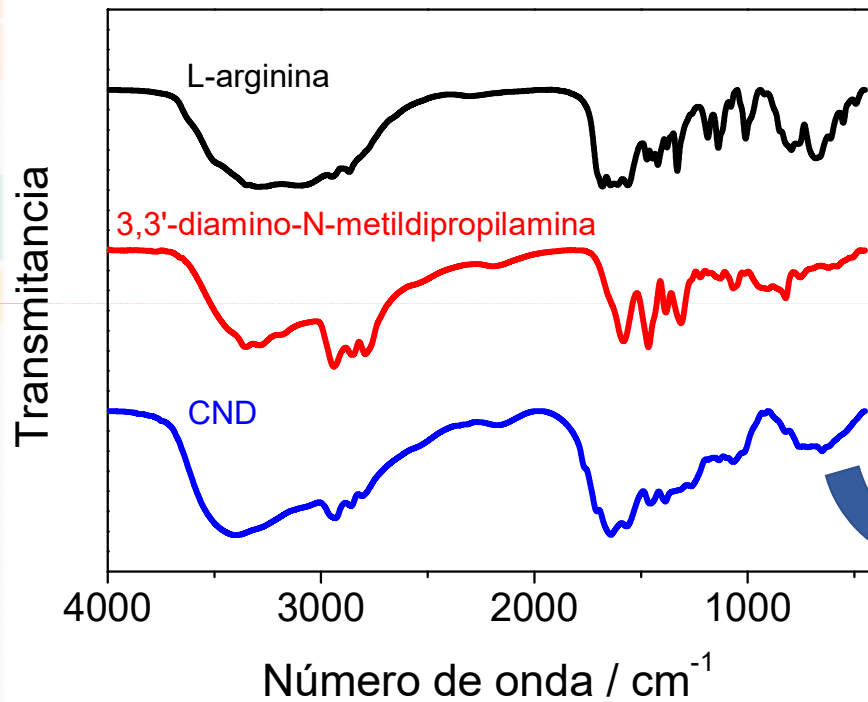


5

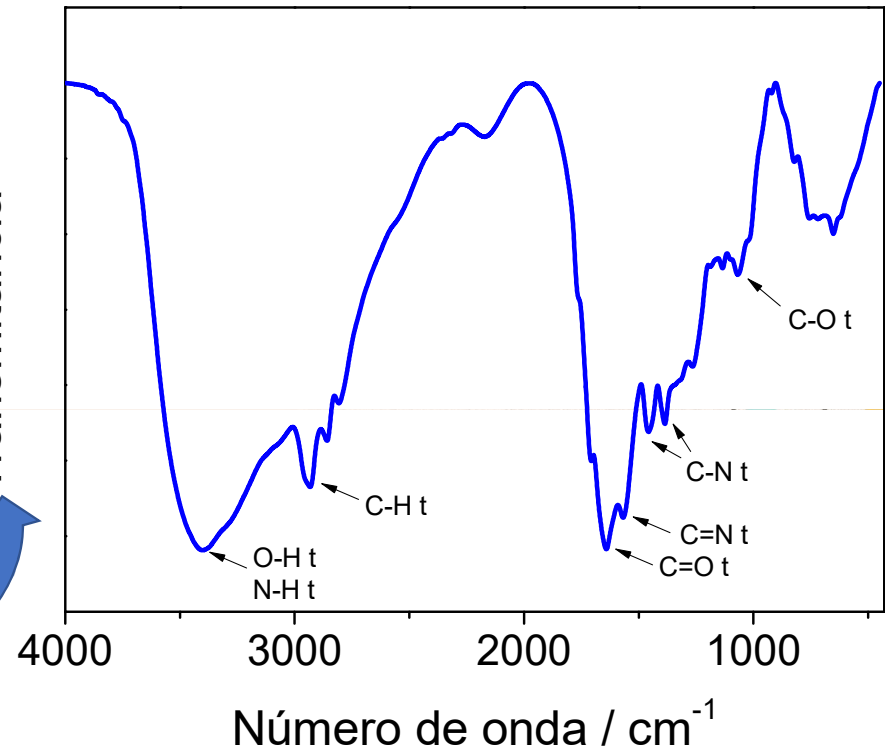


Caracterización de los nanopuntos de carbono (CND)

FTIR



Transmitancia



Introducción



Objetivos



Resultados



Conclusiones

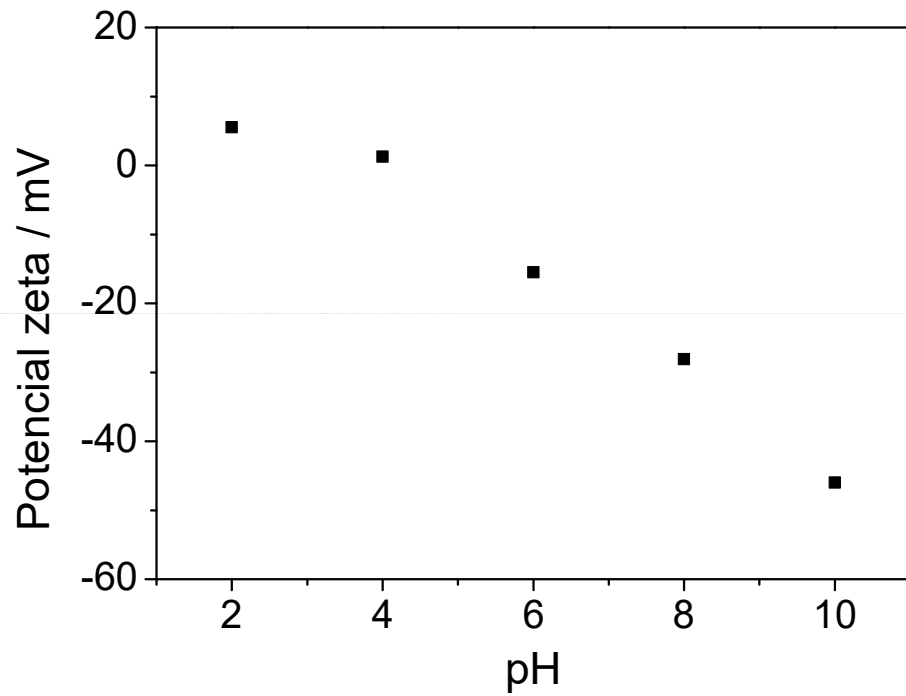


6



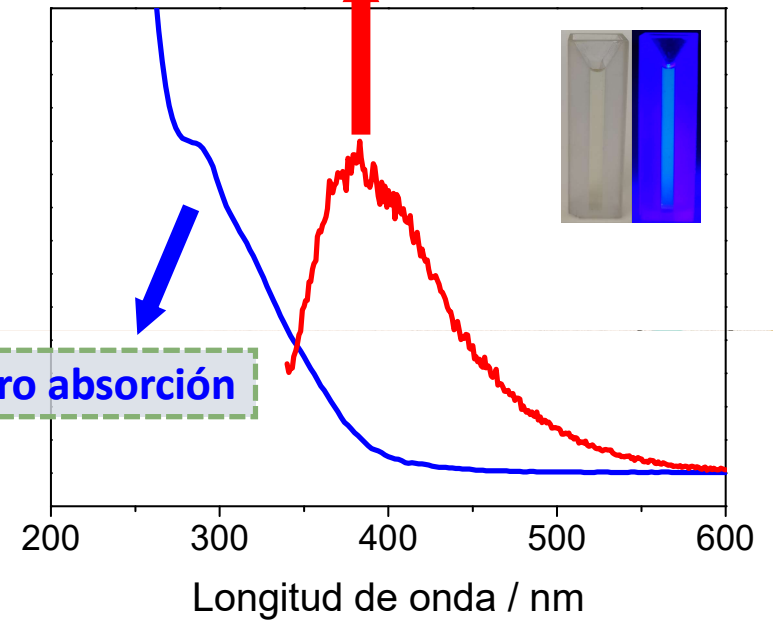
Caracterización de los nanopuntos de carbono (CND)

Potencial Z



Espectro emisión

Espectro absorción



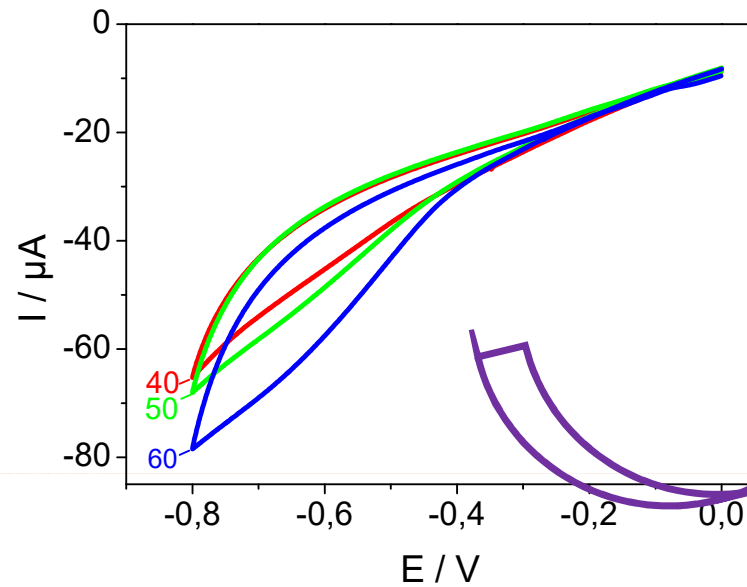
Espectro UV-Vis → banda de absorción a 288 nm
Fluorescencia → máximo de emisión a 383 nm
(excitación a 320 nm)



Electroinjerto de los CND sobre electrodos serigrafiados de carbono (SPCE)

↑ Tiempo de reacción
entre CND y NaNO_2
en HCl

Generación de la
sal de diazonio



Intensidad de corriente del pico de
reducción ↑
Tiempo de reacción ↑

Introducción



Objetivos



Resultados



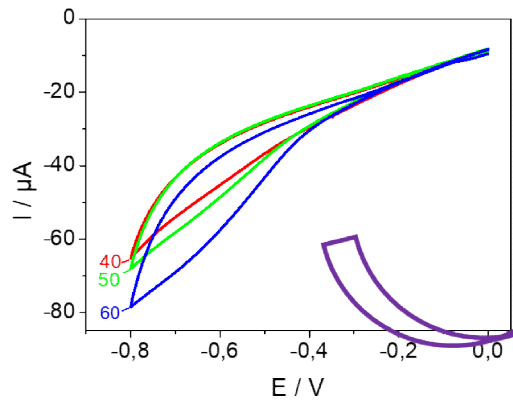
Conclusiones



Electroinjerto de los CND sobre electrodos serigrafiados de carbono (SPCE)

↑ Tiempo de reacción entre CND y NaNO_2 en HCl

Generación de la sal de diazonio



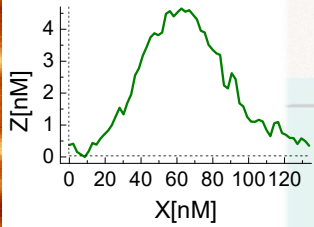
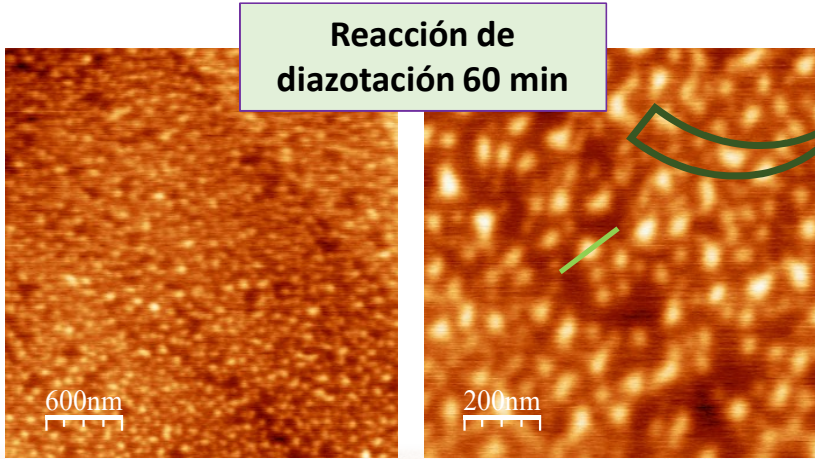
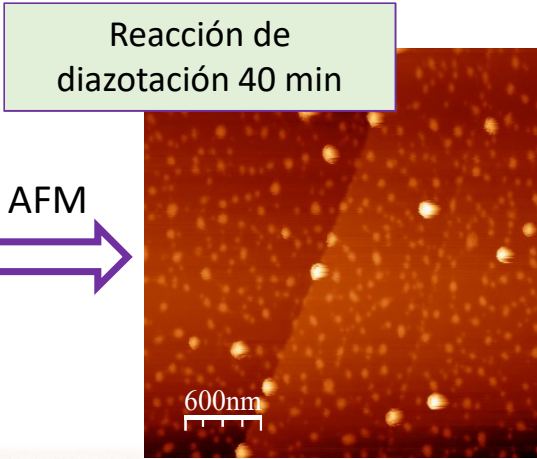
Intensidad de corriente del pico de reducción ↑
Tiempo de reacción ↑

↑ Tiempo de reacción ↑ Recubrimiento

Para confirmar el electroinjerto de los CND

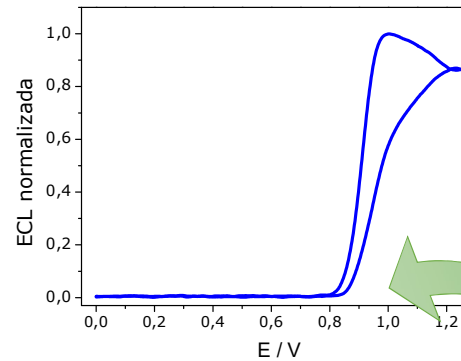
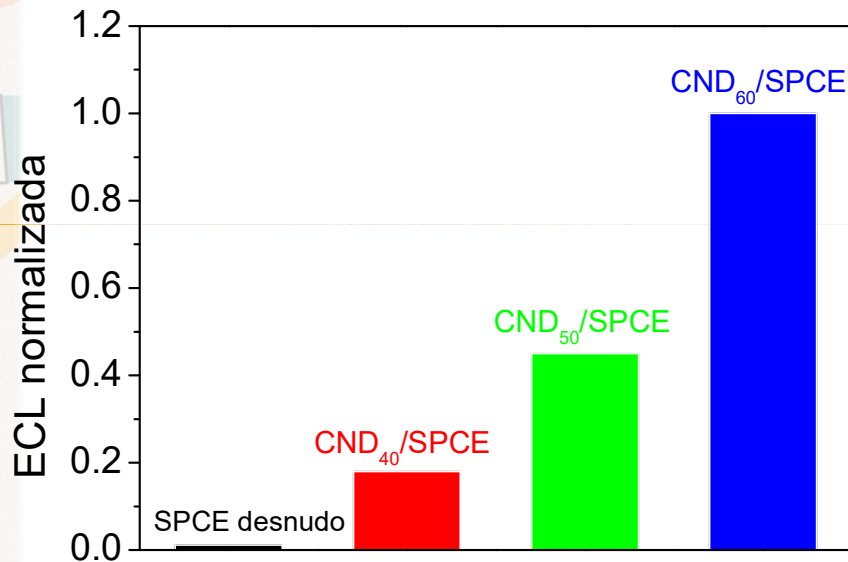
Superficie HOPG

AFM



Amplificación de la señal electroquimioluminiscente (ECL) mediante el uso de CNL

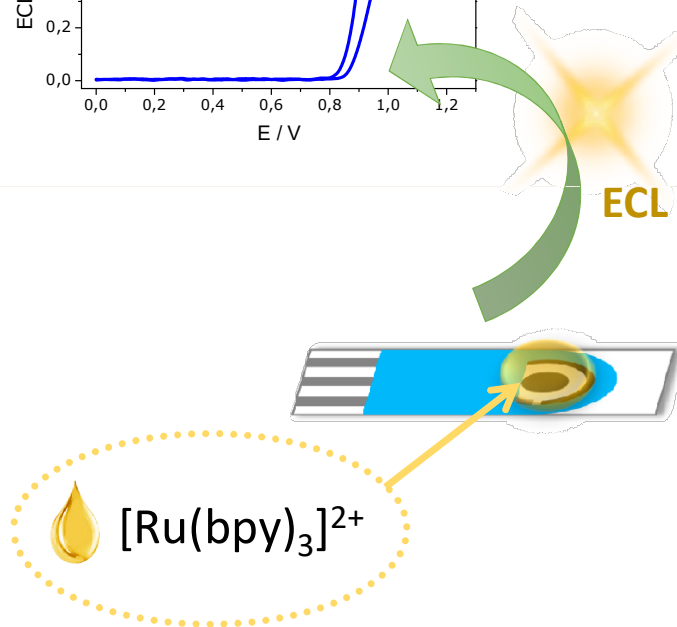
SEÑALES ECL



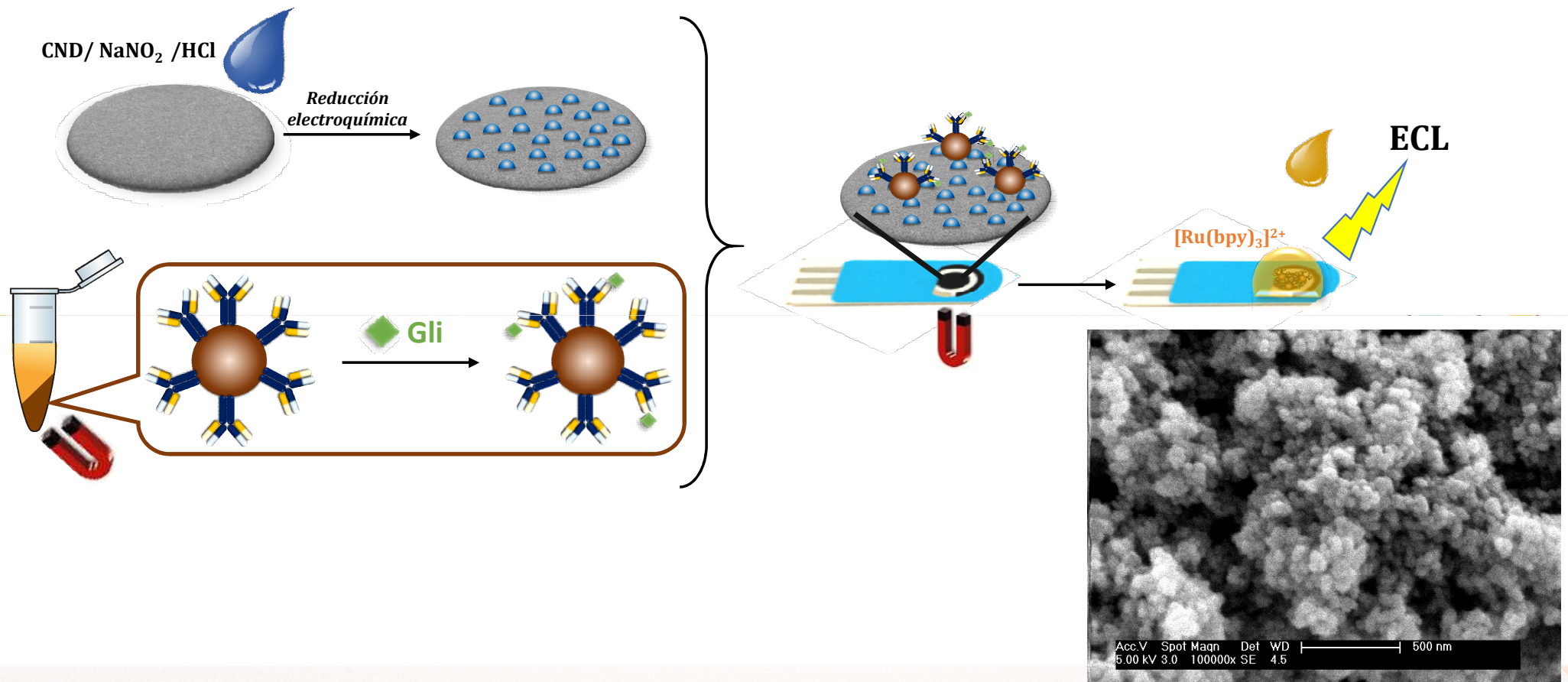
CND buenos amplificadores de la señal ECL ✓

↑ Tiempo de reacción de diazotación
↑ Señal ECL

Estabilidad de almacenamiento de CND₆₀/SPCE 10 días (↓ 3,0%)



Fabricación del inmunosensor ECL



Introducción



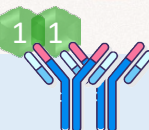
Objetivos



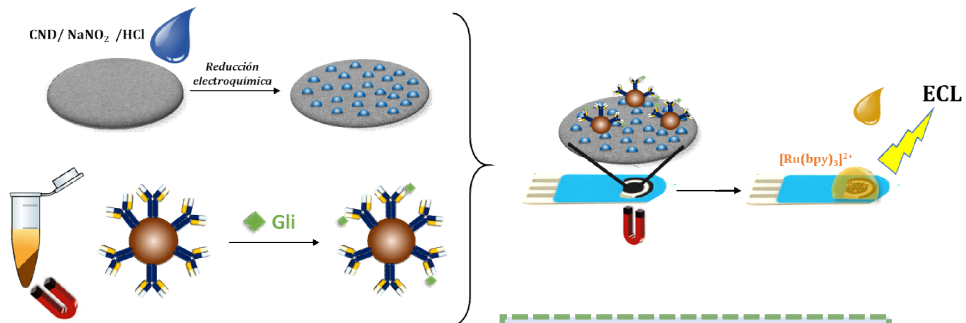
Resultados



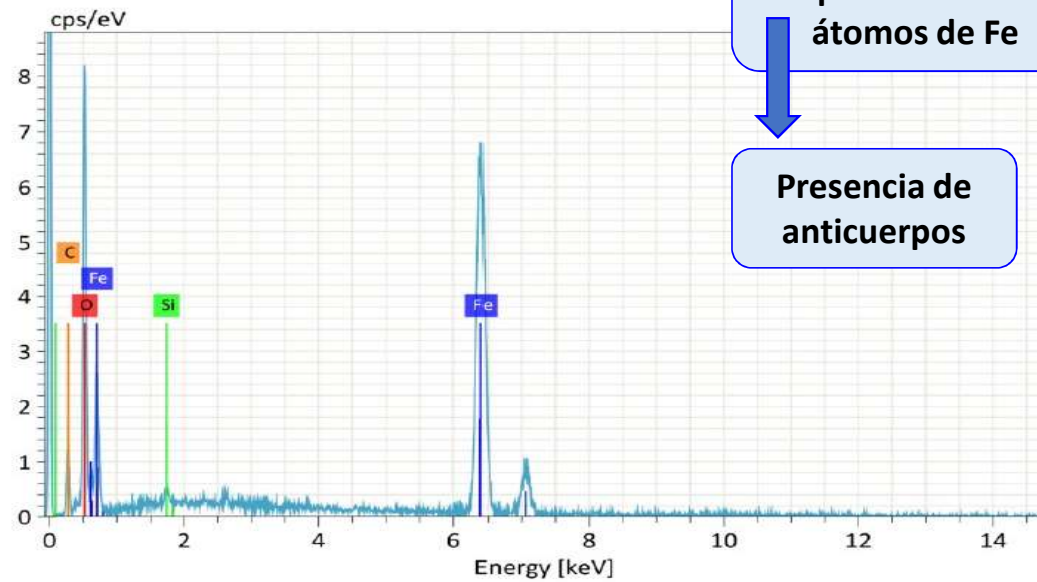
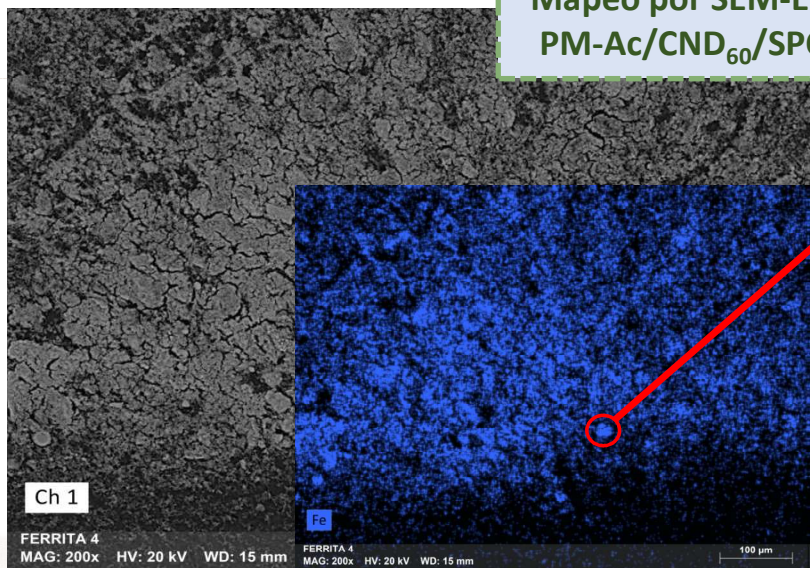
Conclusiones



Fabricación del inmunosensor ECL



Mapeo por SEM-EDX
PM-Ac/CND₆₀/SPCE



Introducción



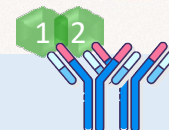
Objetivos



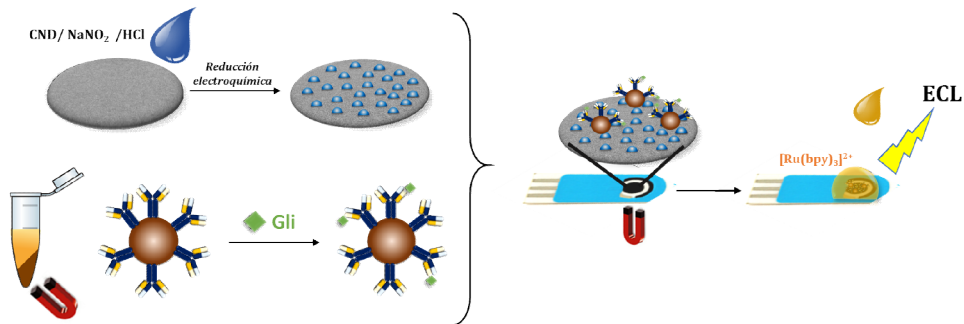
Resultados



Conclusiones

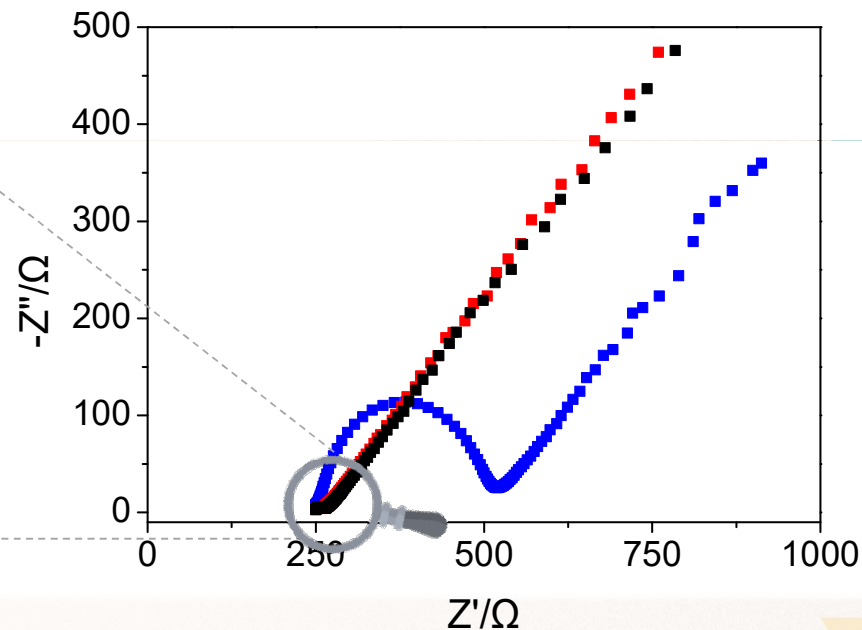
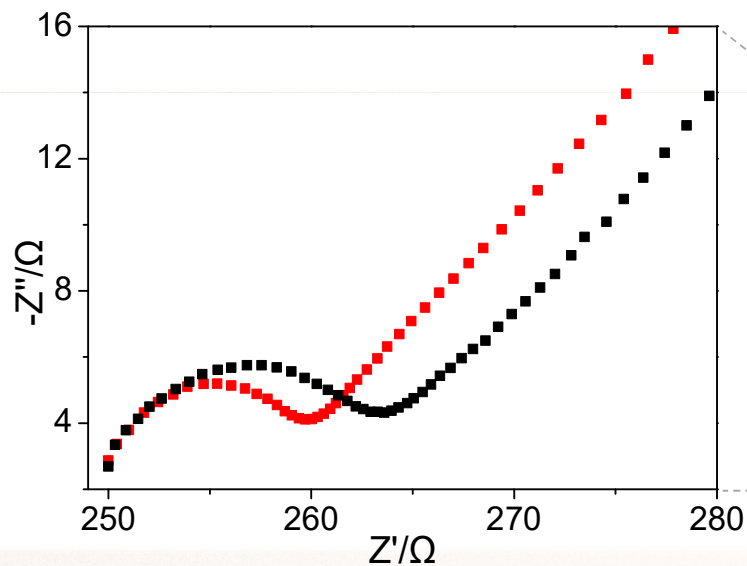


Fabricación del inmunosensor ECL

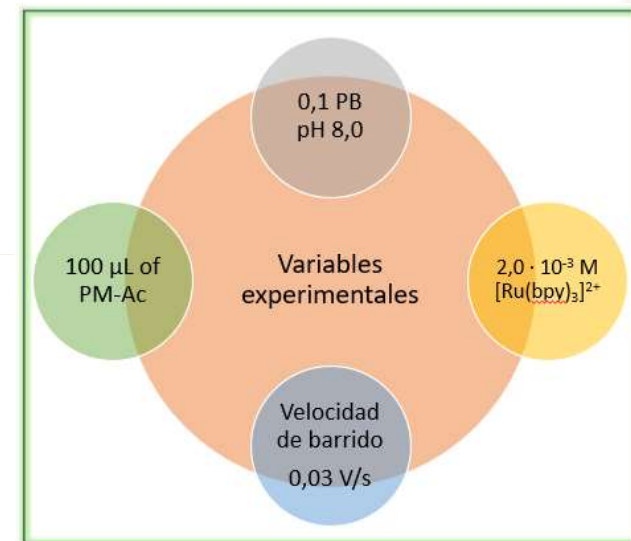
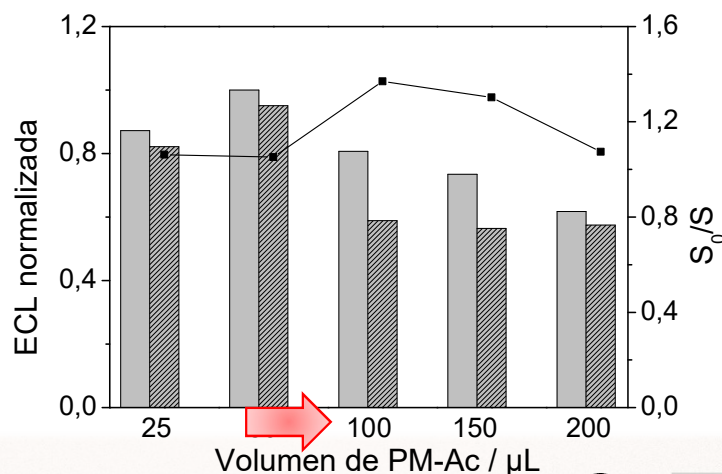
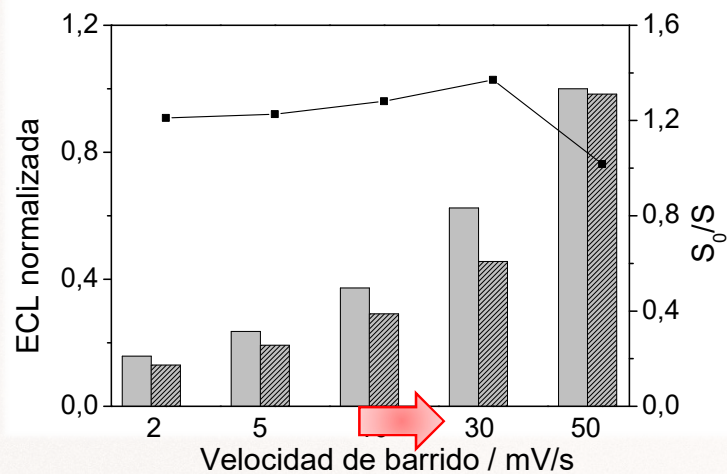
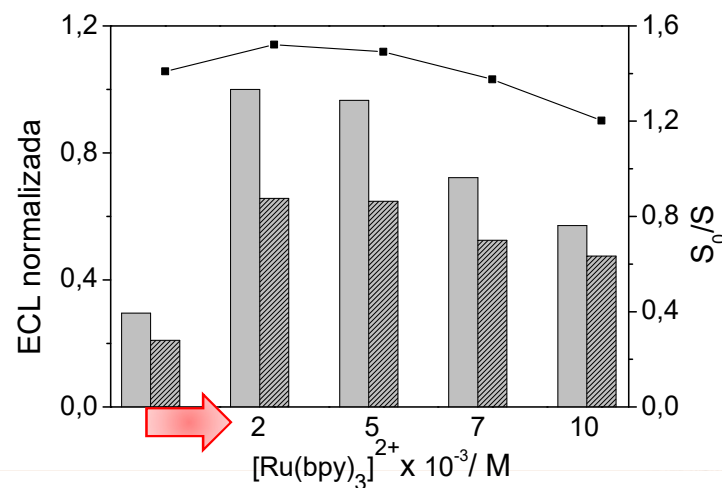
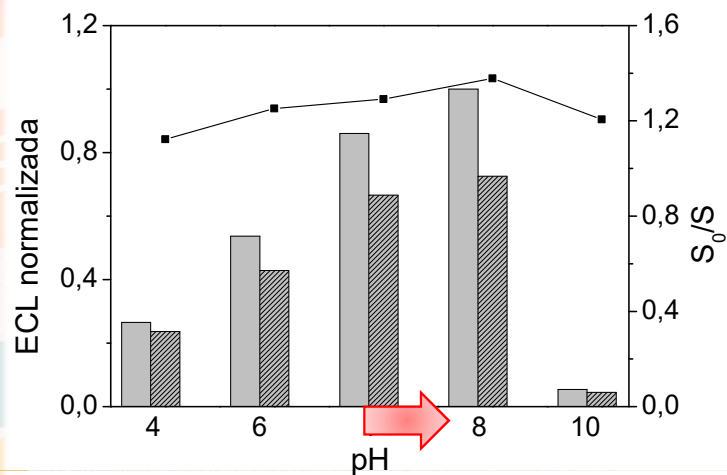


Espectroscopía de impedancia electroquímica

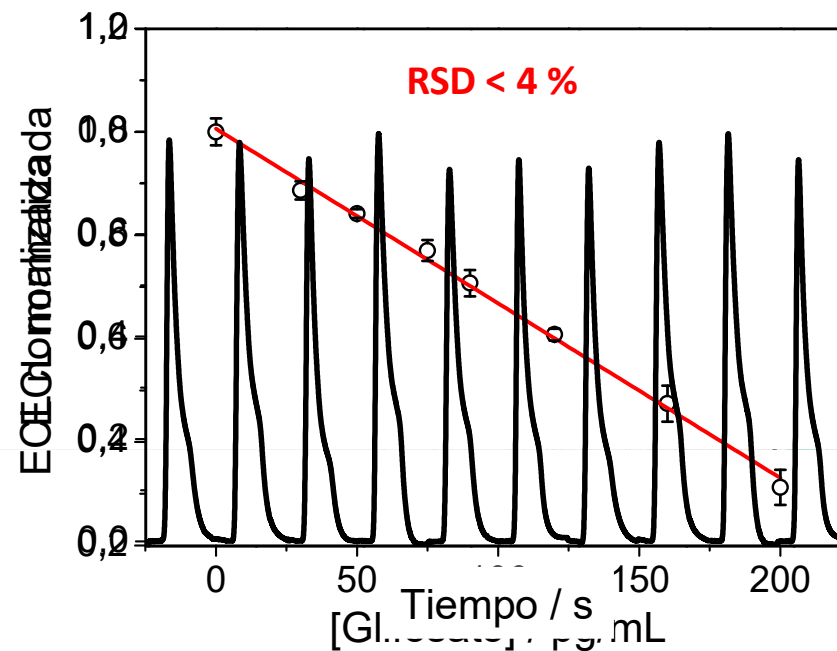
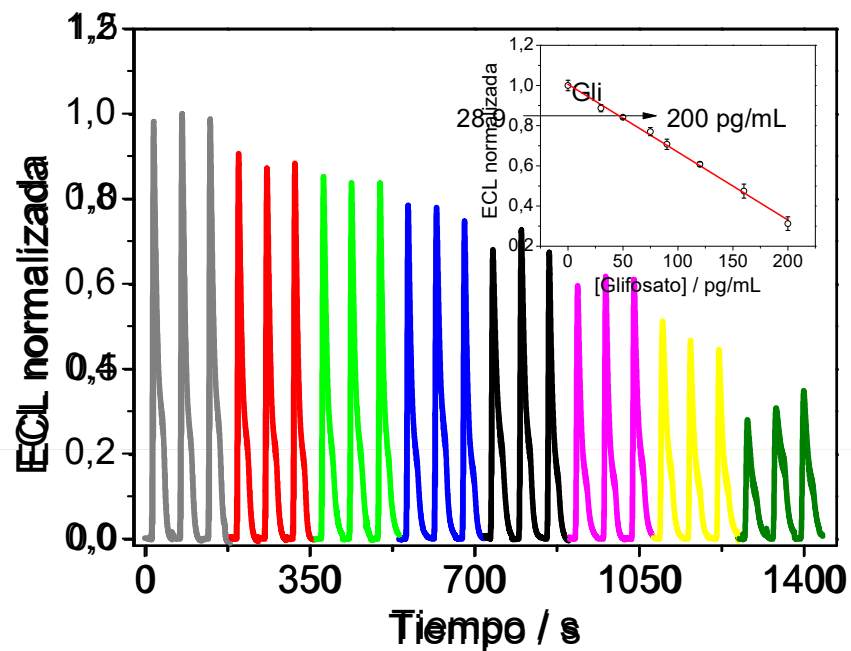
Diagramas de Nyquist
 SPCE
 CND₆₀/SPCE
 PM-Ac/CND₆₀/SPCE



Optimización de las variables experimentales



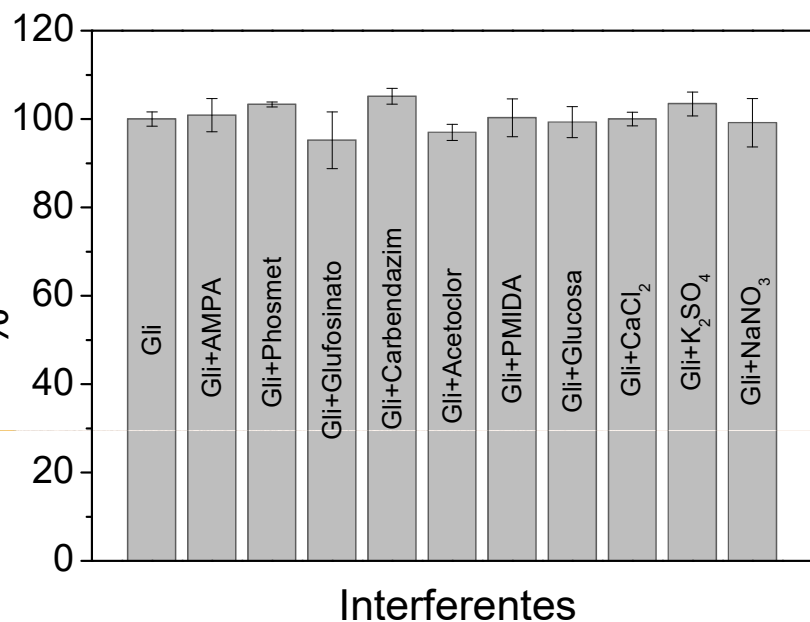
Calibración y parámetros analíticos del inmunosensor



Pendiente (mL/pg)	Ordenada en el origen	r^2	LOD (pg/mL)	LOQ (pg/mL)	Rango lineal (pg/mL)	RSD (%)
$-(3,38 \pm 0,08) \cdot 10^{-3}$	$(1,006 \pm 0,009)$	0,996	8,66	28,9	Hasta 200	2,6



Estudio de interferentes y aplicación a muestras reales



Muestra	Encontrado (pg/mL)	Recuperación (%)	
Té	109 ± 5	109	Immunosensor ECL
	110 ± 5	110	Kit ELISA



Muestra	Encontrado (pg/mL)	Recuperación (%)	
Leche de soja	106 ± 3	106	Immunosensor ECL
	108 ± 4	108	Kit ELISA

No se observan cambios significativos en la señal ECL en presencia de compuestos potencialmente interferentes

No existen diferencias significativas entre los resultados proporcionados por los dos métodos



- ❑ Se ha desarrollado una plataforma electroquímica nanoestructurada, basada en CND electroinjertados con extraordinarias propiedades ECL.
- ❑ Los CND ricos en nitrógeno, con un alto contenido de aminas aromáticas, han sido sintetizados con el objetivo de unirse covalentemente a los SPCE mediante electroinjerto.
- ❑ La plataforma electroquímica nanoestructurada resultante amplifica la señal ECL del $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$, además de mostrar una alta estabilidad presenta buena conductividad y transferencia electrónica.
- ❑ Combinando esta plataforma con nanopartículas magnéticas modificadas con anticuerpos anti-glifosato, se ha aplicado al desarrollo de un inmunosensor ECL desechable para la determinación de glifosato.
- ❑ El inmunosensor mostró una amplia respuesta lineal con un límite de detección de 8,66 pg/mL y una RSD de 2,6%. Finalmente, se aplicó a la determinación directa de glifosato en té y leche de soja.



The background is a light beige color with various scientific and educational icons scattered across it. In the top left, there's a stylized atom with a red nucleus and three blue electrons. Below it is a water molecule (H2O) with a red oxygen atom and two white hydrogen atoms. To the right of the water molecule is the chemical formula H2O. In the bottom right, there are three test tubes containing orange, yellow, and blue liquids, a round-bottom flask with orange liquid, and a funnel. There are also some abstract shapes and lines in various colors (red, blue, yellow, green) scattered throughout. The text "MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN" is centered in a blue, bold, sans-serif font with a white outline.

**MUCHAS GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**