

2° SIMPOSIO NACIONAL DE

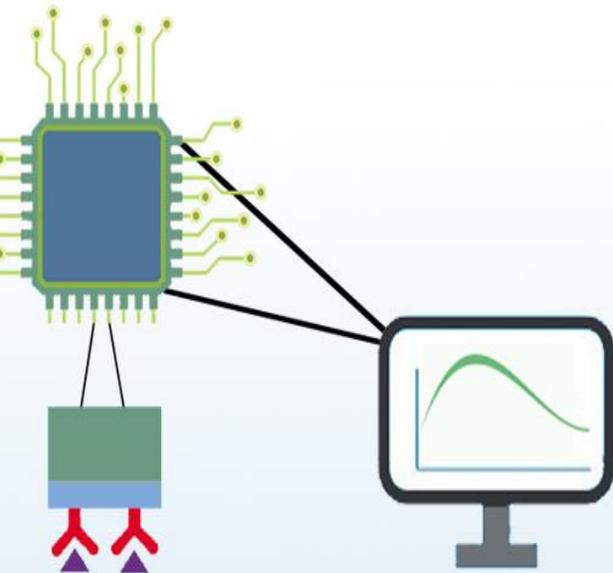
# BIOSENSORES

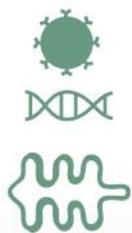
27 - 29 Junio, 2023 CDMX

Modalidad Híbrida

Torre de Ingeniería

Circuito Escolar, Ingeniería S/N, C.U.,  
Coyoacán, 04510 Ciudad de México, CDMX





# 2° SIMPOSIO NACIONAL DE BIOSENSORES

Editores

## Simposio Nacional de Biosensores

Es una publicación en formato digital con periodicidad bianual, dedicada a difundir trabajos científicos relacionados al campo de biosensores desarrollados en México y otros países.

### COMITÉ EDITORIAL

**Dra. María Martha Pedraza Escalona**  
Unidad de Desarrollo e Investigación en Bioterapéuticos, IPN  
**Dra. Claudia Rodríguez Almazán**  
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM

### COMITÉ ORGANIZADOR

**Dra. María Herlinda Montiel Sánchez**  
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM  
**Dra. Claudia Rodríguez Almazán**  
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM  
**Dr. José Manuel Saniger Blesa**  
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM  
**Dra. Margarita Miranda Hernández**  
Instituto de Energías Renovables  
**Dr. Naser Qureshi**  
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM  
**Dr. Martín González Andrade**  
Facultad de Medicina, UNAM  
**Dr. José Silvestre Mendoza Figueroa**  
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN  
**Dr. Luis Fernando Olguín Contreras**  
Facultad de Medicina, UNAM  
**Dra. Ana Elizabeth Torres Hernández**  
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología  
**Dra. María Martha Pedraza Escalona**  
Unidad de Desarrollo e Investigación en Bioterapéuticos, IPN  
**Dra. Isadora Martínez Arellano**  
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM





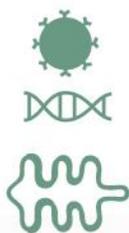
## 2º SIMPOSIO NACIONAL DE

# BIOSENSORES

## ÍNDICE

	Página
Programa.....	5
<b>Conferencias Plenarias</b>	
Integración de nanomateriales y biomoléculas para el desarrollo de biosensores electroquímicos y plasmónicos.....	9
Plataformas POC para diagnosticar COVID-19 .....	11
Diseño de biosensores para la detección de compuestos de interés ambiental mediante el uso de una microbalanza de cuarzo.....	13
Biosensor Plasmónico en Modo de Interrogación de Fase para la Detección del virus SARS-CoV-2 .....	15
Sensores electroquímicos vestibles basados en grafeno inducido por láser.....	17
De las tiras reactivas a los biosensores implantables.....	19
Superficies de electrodos modificadas con biocatalizadores para sistemas microfluídicos de cultivo celular.....	21
Polímeros inteligentes con respuesta a cambios de pH y temperatura para el desarrollo de biosensores.....	23
Estudio de adsorción de moléculas en AgNPs/AuNPs a través de simulación molecular.....	24
Nanomateriales para el desarrollo de biosensores basados en respuesta óptica .....	26
Ideas para la protección intelectual de un Biosensor.....	28
Magnetismo y nanotecnología. Explorando Nuevos Biosensores para una Atención Médica Mejorada.....	30
Importancia de la detección de alergias alimentarias utilizando biosensores.....	32
Biosensores fluorescentes codificados genéticamente basados en regiones intrínsecamente desordenadas .....	34
DNA-Based Biosensors .....	36
Sensor óptico combinando resonancia de plasmón superficial, extinción de luz, y reflexión cercana al ángulo crítico, para la detección bioquímica de películas líquidas delgadas.....	38
Biosensores con base en Impedancia Eléctrica.....	40
Sensores basados en SERS integrados en dispositivos automatizados y compactos para detección de fármacos terapéuticos.....	42
bVFP, la proteína violeta fluorescente que contiene el cromóforo más sencillo reportado en proteínas fluorescentes.....	43





## 2º SIMPOSIO NACIONAL DE

# BIOSENSORES

## ÍNDICE

Página

### PÓSTERS

Identificación de Bacterias Productoras de Metabolitos con Actividad Antibiótica Haciendo Uso de una Plataforma de Microfluídica Basada en Microgotas.....	45
Inmovilización de nanopartículas de oro en superficies híbridas base SiO <sub>2</sub> con potenciales aplicaciones en biosensores.....	46
Identificación de respuestas sistémicas de las plantas con perspectivas a su utilización como sensores y para dispositivos electrónicos .....	47
Diseño de un biosensor SERS basado en nanodendritas de plata.....	48
Polímeros inteligentes con respuesta a cambios de pH y temperatura para el desarrollo de biosensores .....	49
Fabricación y análisis de dispositivos microfluídicos.....	50
Simulación numérica de un nano agujero plasmónico de oro para aplicaciones de biosensado.....	51
Determinación de interleucina 6 (IL-6) mediante biosensores de fibra óptica en modelo murino isquémico con tratamiento de benzoato de estradiol.....	52
Analgesia copulatoria en rata macho y evaluación de los cambios espectrales en plasma sanguíneo.....	53
Estudio de la sensibilidad estructural al ambiente de regiones intrínsecamente desordenadas de factores de transcripción de <i>Arabidopsis</i> mediante el uso de biosensores FRET.....	54
Compositos de nanopartículas y colorantes: estudio DFT, ablación laser y electrodinámica.....	55
Diseño de DiaNA: Estudio computacional para el desarrollo de un biosensor con base en sistema FRET para la detección de drogas empleadas en casos de sumisión química .....	56
Sondas fluorescentes derivadas de conjugados esteroide-cumarina .....	57
Desarrollo de biosensores fluorescentes codificados genéticamente basados en regiones intrínsecamente desordenadas activados por el ambiente .....	58
Biosensor óptico de Ureasa para la detección de metales pesados.....	59
Estudio de la estabilidad química de nanoprismas triangulares de plata para biosensores .....	60
Metapelículas de Bi: Una propuesta biocompatible para la mejora en área efectiva y propiedades de transporte eléctrico .....	61
Biosensor basado en FRET para la detección de compuestos que alteran sistema endócrino.....	62
Fabricación de un Quimiosensor para la Detección de Cadmio en Aguas de Riego Agrícola.....	63
Biosensores fluorescentes codificados genéticamente para el estudio de la separación de fases en proteínas en respuesta al estrés hiperosmótico.....	64





## 2° SIMPOSIO NACIONAL DE

# BIOSENSORES

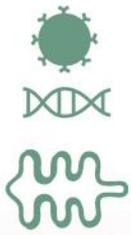
## ÍNDICE

Página

### PÓSTERS

Investigación computacional de la transmisión de luz a través de arreglos nanométricos ordenados y desordenados.....	65
Desarrollo de un biosensor basado en unaproteína intrínsecamente desordenada de <i>Arabidopsis</i> para el seguimiento del estrés osmótico en plantas.....	66
Hidrogeles enzimáticos basados en BPEI- GOx: Caracterización óptica y electroquímica para su uso en un biosensor de glucosa .....	67
Modelado computacional de reacciones secundarias en biosensores base carbonodurante la detección de BPA.....	68
Diseño de sustratos SERS basados en nanoestrellas de plata para biosensado .....	69
Estudio computacional de la interacción demateriales grafénicos y aminoácidos para la detección de moléculas de interés biomédico .....	70
Fabricación de un biosensor nanoplasmonico de oro utilizandolitografía coloidal mejorada .....	71
Detección de las interleucinas IL-6 e IL-10 mediante biosensores basados en interferómetros de fibra óptica tipo Mach-Zehnder en diferentes etapas de la isquemia cerebral.....	72
Caracterización de Grafeno con gruposulfonilo para su aplicación en un biosensor .....	73
Desarrollo de un sensor optoelectrónico para la detección rápida de bacterias fitopatógenas .....	74
Estudio de iminas derivadas del tiocarboxaldehído: Sensor colorimétrico para Cu <sup>2+</sup> en agua.....	75
Desarrollo de un dispositivo microfluídico tipo <i>organ-on-a-chip</i> .....	76
Biosensores: un análisis cienciométrico.....	77
Técnicas de monitoreo óptico de una película delgada de sangre durante el proceso de coagulación .....	78
Determinación de biomarcadores neuro-inflamatorios en modelo de isquemia cerebral global en rata mediante biosensores ópticos	79
Desarrollo de un control de temperatura para un biosensor de onda acústica superficial	80
Simulación numérica 2D de un chip de microfluídica para la creación de microgotas	81
Desarrollo de un sensor OFET para cuerpos cetónicos en un modelo murino desíndrome metabólico con ayuno intermitente	82
Estudio de un biosensor para la detección de líneas celulares de cáncer cervical mediante ATR-FTIR	83
Optimización de técnicas electroquímicas aplicadas a biosensores para detección demarcadores en saliva	84





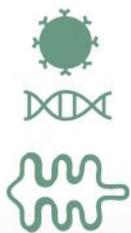
## 2° SIMPOSIO NACIONAL DE

# BIOSENSORES

## ÍNDICE

	Página
PÓSTERS	
Estudio de la interacción a nanoescala de la inmovilización de anticuerpos anti- <i>E.coli</i> sobre 1DZnO para su aplicación en biosensores ópticos.....	85
Un factor transcripcional involucrado en la respuesta a estrés osmótico en levaduras que actúa como sensor ambiental.....	86
Detección de compuestos fenólicos mediante biosensores electroquímicos.....	87
Evaluación Biomecánica y postural de la práctica de karate durante la ejecución de la patada circular.....	88





2° SIMPOSIO NACIONAL DE

# BIOSENSORES

## PROGRAMA

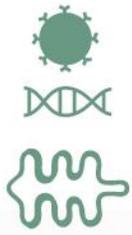


Junio 26		Junio 27		Junio 28		Junio 29	
09:00 a.m.	REGISTRO CURSO	CURSO BLOQUE A		<b>CONFERENCIA PLENARIA 2</b> Dr. José Luis García Cordero The Roche Institute Plataformas POC para diagnosticar COVID - 19	<b>CONFERENCIA PLENARIA 12</b> Dr. Daniel Matatagui Cruz U. Complutense de Madrid Magnetismo y Nanotecnología. Explorando Nuevos Biosensores para una Atención Médica Mejorada.		
09:30 a.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE A					
10:00 a.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE A		<b>CONFERENCIA PLENARIA 3</b> Dr. José Campos Terán <b>UAM - Cuajimalpa</b> Diseño de Biosensores para la detección de compuestos de interés ambiental mediante el uso de una microbalanza de cuarzo.	<b>CONFERENCIA PLENARIA 13</b> Dra. Alba Adriana Vallejo Cardona <b>CIATEJ - CONACYT</b> Importancia de la detección de alergias alimentarias utilizando biosensores.		
10:30 a.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE A					
11:00 a.m.	RECESO	RECESO		<b>CONFERENCIA PLENARIA 4</b> Dra. Svetlana Mansurova <b>INAOE</b> Biosensor Plásmico en Modo de Interrogación de Fase para la Detección de Virus SARS-COV-2	<b>CONFERENCIA PLENARIA 14</b> Dr. César L. Cuevas Velázquez <b>Facultad de Química - UNAM</b> Biosensores Fluorescentes codificados genéticamente basados en regiones intrínsecamente desordenadas.		
11:30 a.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B					
12:00 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B		<b>CONFERENCIA PLENARIA 5</b> Dra. Rocío Berenice Domínguez Cruz <b>CIMAV</b> Sensores electroquímicos vestibles basados en grafeno inducido por láser.	<b>CONFERENCIA PLENARIA 15</b> Dra. Danaí Montalván Sorrosa <b>Instituto de Química - UNAM</b> Biosensores basados en ADN		
12:30 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B					
01:00 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B		<b>CONFERENCIA PLENARIA 6</b> Dra. Gabriela Valdés Ramírez <b>UAM - IZTAPALAPA</b> De las tiras reactivas a los biosensores implantables.	<b>CONFERENCIA PLENARIA 16</b> Dra. Verónica Irais Solís Tinoco <b>ICAT - UNAM</b> Sensor óptico combinado resonancia de plasmón superficial, extinción de luz y reflexión cercana al ángulo crítico, para la detección bioquímica de películas líquidas delgadas.		
01:30 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B					
02:00 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B		<b>CONFERENCIA PLENARIA 7</b> Dr. Jannú Casanova <b>CIDETEQ</b> Superficies de electrodos modificadas con biocatalizadores para sistemas microfluídicos de cultivo celular.	<b>CONFERENCIA PLENARIA 17</b> Dr. Roberto Giovanni Ramírez Chavarría <b>Instituto de Ingeniería - UNAM</b> Biosensores en base a impedancia eléctrica.		
02:30 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B					
03:00 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B		<b>CONFERENCIA PLENARIA 8</b> Dr. Ángel Ramón Hernández Martínez <b>UAQ</b> Polímeros inteligentes con respuesta a cambios de pH y temperatura para el desarrollo de biosensores.	<b>CONFERENCIA PLENARIA 18</b> Dr. Isidro Badillo Ramírez <b>University of Denmark</b> Sensores basados en SERS integrados en dispositivos automatizados y compactos para detección de fármacos terapéuticos.		
03:30 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B					
04:00 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B		<b>CONFERENCIA PLENARIA 9</b> Dr. Matías Zúñiga-Bustos <b>UEM - CHILE</b> Estudio de la adsorción de moléculas en AgNPs/AUNPs a través de simulación molecular.	<b>CONFERENCIA PLENARIA 19</b> Dr. Rubén Paul Gaytán Colin <b>IBT - UNAM</b>  bFVFP, la proteína violeta fluorescente que contiene el cromóforo más sencillo reportado en proteínas fluorescentes.		
04:30 p.m.	CURSO BLOQUE A	CURSO BLOQUE B					



02:00 p.m.	COMIDA	CURSO BLOQUE B	COMIDA	COMIDA
02:30 p.m.	COMIDA	COMIDA	COMIDA	COMIDA
03:00 p.m.	COMIDA	COMIDA	COMIDA	COMIDA
03:30 p.m.	COMIDA	COMIDA	COMIDA	COMIDA
04:00 p.m.	CURSO BLOQUE B	REGISTRO SIMPOSIO	CONFERENCIA PLENARIA 10 Dra. María Beatriz de la Mora Mojica ICAT - UNAM Nanomateriales para el desarrollo de biosensores basados en respuesta óptica.	PONENCIAS DE PÓSTERS GANADORES
04:30 p.m.	CURSO BLOQUE B		CONFERENCIA PLENARIA 11 M. en I. Luis Roberto Vega González ICAT - UNAM Ideas para la protección intelectual de un biosensor.	
05:00 p.m.	CURSO BLOQUE B	INAUGURACIÓN SIMPOSIO	SESIÓN DE POSTERS	CLAUSURA Y BRINDIS
05:30 p.m.	CURSO BLOQUE B	CONFERENCIA PLENARIA 1 Dra. Soledad Bollo CiPRex ACCDIS UNIVERSIDAD DE CHILE Integración de Nanomateriales y Biomoléculas para el desarrollo de Biosensores Electroquímicos y Plasmónicos.	PÓSTERS	
06:00 p.m.	CURSO BLOQUE B		PÓSTERS	
06:30 p.m.		RECEPCIÓN DE BIENVENIDA	PÓSTERS	
07:00 p.m.		COLOCACIÓN DE PÓSTERS	PÓSTERS	
07:30 p.m.				





2° SIMPOSIO NACIONAL DE

# BIOSENSORES

## CONFERENCIAS PLENARIAS



# Dra. Soledad Viviana Bollo Dragnic

CiPRex ACCDiS Universidad de Chile



Química Farmacéutica y Doctora en Química de la Universidad de Chile. En agosto de 1993 ingresó a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas al Departamento de Química Farmacológica y Toxicológica siendo desde el año 2013 Profesora Titular. Desde marzo de año 2022 además se desempeña como Vicedecana de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile. En investigación ha sido pionera en Chile en el desarrollo de la línea de Investigación en Biosensores Electroquímicos y Plasmónicos, con proyectos de investigación en el área vigentes desde el año 2005, participando además en Proyectos Asociativos. Ha patrocinado 3 Posdoctorados, responsable chilena de proyectos de 3 cooperación Internacional con Investigadores españoles y argentinos. Ha dirigido 6 Tesis de doctorado terminadas y 2 en curso. Es autora y coautora de 100 Publicaciones científicas, 5 reviews y 2 capítulos de libro. Su trabajo interdisciplinario le permite formar estudiantes de pre y postgrado de diferentes carreras y postgrados, actualmente soy miembro de los Claustros de los Doctorados en Química, Farmacología y Ciencias Farmacéuticas, así como también de los Magister en Bioquímica y Química.



# Integración de nanomateriales y biomoléculas para el desarrollo de biosensores electroquímicos y plasmónicos

Soledad Bollo

Centro de Investigación de Procesos Redox (CiPRex) and Advanced Center for Chronic Diseases (ACCDiS).  
Universidad de Chile, Sergio Livingstone Polhammer 1007, Independencia, Santiago-Chile  
sbollo@ciq.uchile.cl

Los nanomateriales tales como los derivados de carbono y nanopartículas metálicas son ampliamente utilizados en el campo de los biosensores debido a sus propiedades favorables, tales como el incremento en la sensibilidad de detección y efectos específicos electrocatalíticos o de aumento del plasmón de resonancia. Por otro lado, estos nanomateriales presentan muy buenas características para formar materiales híbridos entre ellos consiguiéndose efectos sinérgicos. En el presente trabajo los resultados obtenidos en los últimos 5 años se presentarán abarcando tres puntos: (a) la síntesis de los nanomateriales y sistemas híbridos y su caracterización con técnicas clásicas (b) la modificación de superficies para generar biosensores y su caracterización y (c) aplicaciones analíticas. En la detección de analitos tales como ADN, peróxido de hidrógeno, glucosa y proteínas específicas. Nuestros resultados muestran que el rendimiento electroquímico de electrodos modificados está fuertemente determinado por la característica química de la superficie, tales como contenido de oxígeno y morfología de la superficie de los nanomateriales de carbono y cuando el sistema es híbrido, la respuesta es dependiente del tamaño de los materiales, así como también del método de preparación del material. En el caso de los sensores plasmónicos, la anisotropía de la nanopartícula utilizada es un factor potenciador de la respuesta de estos sistemas como sensores altamente sensibles, así como también la formación de sistemas híbridos carbono/metal.

**Palabras Clave** – nanomateriales de carbono, electroquímica, SPR, composites, biomarcadores

**Agradecimientos** – Proyectos Fondecyt-CHILE 1200828 y Fondap-CHILE 15130011 (ACCDiS)



# Dr. José Luis García Cordero

The Roche Institute for Translational Bioengineering



El Dr. García - Cordero dirige el Grupo de Microtecnologías en el Instituto Roche de Ingeniería Traslacional. Fue Investigador Principal en el Programa de Posgrado de Ingeniería Biomédica en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav), Campus Monterrey, donde lidera un grupo de estudiantes de doctorado y maestría que investigan acerca de micro fluidos, análisis unicelulares, biosensores y órganos en chip. De 2018 a 2021 fue profesor asistente adjunto en el Departamento de Fisiología e Ingeniería Biomédica en la Clínica Mayo en Rochester, MN. Fue profesor visitante en ETH.



# Plataformas POC para diagnosticar COVID-19

Jose L Garcia-Cordero<sup>1,2</sup>

1 Laboratory of Microtechnologies Applied to Biomedicine, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), Monterrey, NL, Mexico.

2 Institute of Human Biology (IHB), Roche Pharma Research and Early Development, Roche Innovation Center, Basel, Suiza, e-mail: jose\_luis.garcia\_cordero@roche.com

En esta charla, presentaré dos plataformas de punto de atención (point-of-care) que mi grupo en Cinvestav desarrolló para detectar Covid-19. La primera es un dispositivo microfluidos para ensayos de serología que puede analizar hasta 50 muestras diferentes de suero sanguíneo humano. En el dispositivo se pueden detectar anticuerpos IgG o IgM en el suero que reaccionan con cuatro antígenos virales (S, S1, RBD, N) por cada muestra. Este ensayo se validó con muestras clínicas de individuos positivos para COVID-19 y controles previos a la pandemia, y tuvo una mejor sensibilidad y especificidad general que otras pruebas de diagnóstico. La segunda plataforma es el termociclador más simple del que se ha reportado hasta ahora para realizar RT-qPCR. Para la realización del termociclador utilizamos componentes optoelectrónicos disponibles en el mercado y herramientas de fabricación digital. Nuestro termociclador híbrido Opto-Thermo (HybOT) consta de un módulo híbrido que funciona simultáneamente como elemento de calentamiento y como fuente de iluminación. Permite la detección de señales de fluorescencia mediante sensores de luz regulares y LED. Estas características reducen el costo total del instrumento y simplifican su ensamblaje. Nuestro instrumento portátil es operado de forma inalámbrica desde una tableta y utiliza dispositivos de microfluidos sin burbujas para realizar ensayos de PCR. Usando nuestro HybOT Cycler, pudimos detectar hasta 100 copias/ $\mu\text{L}$  de material genético del virus SARS-CoV-2.

**Palabras Clave** – COVID-19, biosensores, microfluidica, point-of-care, qPCR, serología.



## Dr. José Campos Terán

UAM Cuajimalpa



Es Profesor-Investigador Titular C por tiempo indeterminado del Departamento de Procesos y Tecnología de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería de la UAM Cuajimalpa (UAMC). Estudió la licenciatura en Ingeniería Química en la Facultad de Química (1988-1993) y la maestría (1995-1997) y el doctorado en Ciencias (Ciencia de Materiales) en la Facultad de Ciencias (1997-2002), ambas de la UNAM. Por su trabajo de tesis de doctorado recibió mención honorífica y le fue otorgada la medalla Alfonso Caso de la UNAM. Tiene un posdoctorado en la División de Fisicoquímica de la Universidad de Lund, Suecia (2002-2005). También tiene una estancia como investigador visitante en el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP, 2006). Participa como profesor en la licenciatura de Ingeniería Biológica de la UAMC, en donde imparte usualmente los cursos de Física, Termodinámica, Fisicoquímica, Biofísica, Estructura Molecular de los Biomateriales y Coloides e Interfases. Es investigador Nivel II del SNI desde el 2021 y su principal línea de investigación es el estudio de sistemas coloidales e interfaciales que involucren principalmente a biomoléculas, i. e., proteínas, enzimas, lípidos y biopolímeros como celulosa, quitosano, alginato, etc. y con los cuales se pueda desarrollar materiales para biosensores, ingeniería de tejidos y sistemas de liberación controlada.

Ha publicado 30 artículos en revistas internacionales indexadas y arbitradas, 8 capítulos de libro, 1 coordinación de un libro de divulgación científica y tiene 3 patentes nacionales otorgadas. En cuanto a formación de recursos humanos, ha supervisado proyectos terminales de 15 alumnos de licenciatura, ha graduado a 9 alumnos de posgrado y tiene bajo su dirección otros 3 alumnos del mismo nivel. Así mismo, ha impartido más de 75 ponencias en eventos de divulgación científica nacionales e internacionales. Ha dirigido o participado en proyectos de investigación de CONACyT, PROMEP, ICyTDF, TWAS, Instituto Laue-Langevin, Francia y el Ministerio de Ciencia e Innovación, España.

El Dr. Campos es miembro del comité técnico del “Laboratorio para las ciudades en transición socioecológica (LABCIT)” de la UAM-C, que es un espacio para la promoción de proyectos multidisciplinarios relativos al estudio y generación de soluciones a los problemas urbanos en el contexto de las transiciones socioecológicas como son el cambio climático, los riesgos energéticos, de salud y alimentos, políticas gubernamentales, etc. Así mismo, desde el 2011, es miembro de la American Chemical Society y del comité organizador del simposio anual “Valorization of Renewable Resources & Residuals Into New Materials & Multiphase Systems” de la División de Celulosa y Recientemente obtuvo el Premio a la Investigación Aplicada 2016 que otorga el Instituto Politécnico Nacional por su participación en el proyecto “Obtención de biopolímeros de los residuos agroindustriales de la cáscara de jitomate”. Actualmente es el Director de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería de la UAM-Cuajimalpa.



# Diseño de biosensores para la detección de compuestos de interés ambiental mediante el uso de una microbalanza de cuarzo

Iker Iñarritu<sup>1</sup>, Antonio Topete<sup>2</sup>, Eduardo Torres<sup>3</sup>, José Campos-Terán<sup>4</sup>

1 Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, DCNI, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, CDMX, México.

2 Departamento de Fisiología, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.

3 Centro de Química – ICUAP. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

4 Departamento de Procesos y Tecnología, DCNI, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, CDMX, México. [jcampos@cua.uam.mx](mailto:jcampos@cua.uam.mx)

Los biosensores son dispositivos que utilizan una molécula biológica de detección conectada a un transductor, que traduce un cambio físico o químico en una señal medible; esto hace que los biosensores sean muy específicos y fáciles de usar. Una moléculabiológica de posible aplicación son las enzimas peroxidasa que catalizan la oxidación de una amplia variedad de compuestos de interés comercial y ambiental y que se han utilizado para la química verde y la síntesis asimétrica. Así como para las oxidaciones de contaminantes, colorantes, pesticidas e hidrocarburos aromáticos policíclicos. En este sentido, varios autores han propuesto el uso potencial de nanomateriales híbridos basados en nanopartículas inorgánicas ópticamente activas conocidas como puntos cuánticos (QD) y peroxidasa de rábano (HRP) como nanocatalizadores controlables por luz. Además, su inmovilización en soportes representa una ventaja sobre los sistemas dispersos. Sin embargo, las implicaciones de la inmovilización de dichos catalizadores fotoactivables híbridos no se han aclarado con detalle. En este trabajo, presentamos un estudio exhaustivo de la eficiencia fotoactiva funcional de sistemas inmovilizados de CdS-QD y HRP con diferentes configuraciones, sobre sensores de una microbalanza (QCM) de cristal de cuarzo, lo que permite una medición precisa de la masa inmovilizada de cada componente y su correlación con la tasa de reacción inicial de conversión de Amplex Red (AR) a resorufina. Asimismo, se compara la eficiencia de conversión entre los diferentes sistemas y también con sistemas complejados QD-HRP no inmovilizados.

**Palabras Clave** – Nanopartículas, peroxidasa, microbalanza de cuarzo, plaguicidas, contaminantes.

**Agradecimientos** – Los autores agradecen el apoyo otorgado por las respectivas universidades.



## Dra. Svetlana Mansurova

INAOE



La Dra. Svetlana Mansurova, nació en el año 1969 en la ex Unión Soviética. En 1986 fue admitida a la facultad de Física de Universidad Estatal de Moscú, M.V. Lomonosov. En 1992 termino sus estudios obteniendo el grado de maestría en especialidad de Física Molecular. En 1993 entro al posgrado de Óptica del Instituto Nacional en Astrofísica Óptica y Electrónica. Su tesis de doctorado tiene por título "Efecto de la fuerza foto-electromotris no estacionaria en cristales fotorrefractivos semiconductores de Gas" y fue presentada en 1998. De 1998 a 2001 formó parte de planta de investigadores del Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (Universidad Autónoma del Estado de Morelos), participando en fundación del dicho centro. De 2001 a la fecha labora en el Departamento de Óptica del Instituto Nacional del Astrofísica, Óptica y Electrónica. De 2004 a 2005 realizo una estancia posdoctoral en la Universidad de Colonia en el grupo de Polímeros Aplicados, obteniendo una distinción de la fundación de Alexander von Humboldt para realizar dicha estancia. En 2009 Dra. Mansurova fundo el grupo de Optoelectrónica Orgánica, iniciando en el INAOE la investigación en semiconductores orgánicos y dispositivos basados en ellos, en particular celdas solares y diodos emisores de luz (OLED). Desde 2014 inicio la investigación, en colaboración con Dr. Cosme Bolaños de materiales y dispositivos híbridos. En el periodo 2018-2019 realiza la estancia sabática en la universidad de Colonia e inicia la investigación en materiales y dispositivos a base de perovskits. En el 2020 inicia la investigación en el desarrollo de biosensor plasmónico para detección del virus SARS Cov 2.



# Biosensor Plasmónico en Modo de Interrogación de Fase para la Detección del virus SARS-CoV-2

J. P. Cuanalo-Fernández<sup>1</sup>, S. Mansurova<sup>1</sup>, R. Ramos-García<sup>1</sup>, N. Korneev<sup>1</sup>, I. Cosme-Bolaños<sup>1</sup>, I. Gazga Gurrion<sup>1</sup>, M. B de la Mora Mojica<sup>2</sup>, T. Spezzia-Mazzocco<sup>1</sup>, J. D. García-García<sup>3</sup> and P. Ramos-Espinosa<sup>3</sup>

1INAOE, Luis Enrique Erro 1, Sta Maria Tonantzintla, CP 72840, Pue. Mexico

2UNAM, ICAT, Circuito Exterior S/N, C.U., Coyoacan 04510, Ciudad de Mexico, CDMX, Mexico

3University of Florida, Department of Horticultural Sciences, Gainesville, Florida, FL 32611, United

El brote mundial del coronavirus SARS-CoV-2 ha causado pérdidas significativas tanto humanas como económicas. En respuesta a este desafío urgente, el desarrollo de herramientas altamente sensibles y confiables para la detección del virus se ha convertido en una prioridad máxima. Entre los diversos enfoques, los sistemas de biosensores basados en la resonancia de plasmón superficial y su variante localizada han generado un interés particular debido a su capacidad para detectar diferentes clases de analitos relevantes en entornos clínicos. Este trabajo propone el desarrollo de un prototipo de biosensor óptico que utiliza la resonancia plasmónica en la modalidad de interrogación de fase para detectar el material genético del virus. Para el transductor del sensor (chip), se depositaron películas delgadas de oro sobre sustratos de vidrio utilizando una técnica de pulverización catódica. Luego, el chip se funcionalizó con oligonucleótidos (secuencias de nucleótidos) complementarios a regiones específicas del material genético del coronavirus SARS-CoV-2. El evento de hibridación entre dos cadenas complementarias se detecta observando el cambio en la posición de la resonancia plasmónica a través del método de interrogación de fase. El esquema de detección involucra un interferómetro espectral de paso común, que proporciona información sobre la diferencia de fase entre las polarizaciones s y p a través de su interferograma. Los resultados preliminares demuestran que el biosensor propuesto permite la detección altamente sensible y en tiempo real del material genético del virus SARS-CoV-2.

**Palabras Clave** – biosensores, resonancia de plasmón de superficie, detección de fase, virus SARS-CoV-2

**Agradecimientos** - Los autores agradecen el apoyo otorgado por CONACyT, proyecto 313146 de convocatoria F0005-2020-01.



## Dra. Rocío Berenice Domínguez Cruz

Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C.

La Dra. Rocío Berenice Domínguez Cruz obtuvo el título de Ingeniera en Electrónica con especialidad en instrumentación y control por el Instituto Tecnológico de Orizaba en 2007. Posteriormente en 2010 y 2014 obtuvo los grados de Maestra en Ciencias y Doctora en Ciencias de la Ingeniería trabajando en el desarrollo de sistemas de flujo automatizados acoplados a biosensores electroquímicos para el análisis de muestras alimenticias y ambientales, dentro de la sección de Bioelectrónica del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV). En el 2015 se incorporó como Catedrática CONACyT al Departamento de Ingeniería y Química de Materiales del Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), donde desarrolla un método de diagnóstico no invasivo para la Diabetes Mellitus. Es autora y coautora de 24 documentos científicos que incluyen artículos en revistas internacionales indexadas, capítulos de libro y memorias de congresos nacionales e internacionales. También es revisora habitual de las revistas *Sensors and Actuators B: Chemical*, *Sensors*, *Chemosensors* y *Biosensors*. En 2018 fue acreedora de una de las 5 becas del programa “Para mujeres en la Ciencia” de L'ORÉAL-UNESCO-CONACyT-AMC en la categoría de Ingeniería.



# Sensores eletroquímicos vestibles basados en grafeno inducido por láser

Rocío Berenice Domínguez Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CIMAV-CONAHCYT, Chihuahua, México, berenice.dominguez@cimav.edu.mx

La investigación en (bio)sensores electroquímicos se ha visto enriquecida con los avances provenientes de la Ciencia de Materiales, las tendencias en microelectrónica y comunicaciones y la aplicación de nuevos métodos de fabricación. En su conjunto, la sinergia de estas disciplinas da lugar a la portabilidad, miniaturización y movilidad que demandan los nuevos paradigmas del sensado como la electrónica flexible y la tecnología vestible (*wearable*). El grafeno ha sido un material prometedor para estas aplicaciones por sus propiedades de conductividad, rápida transferencia de carga, flexibilidad y ligereza. Sin embargo, existen inconvenientes para su manejo como su poca dispersabilidad, la tendencia al apilamiento de capas y la falta de un método para generar el material a gran escala. La obtención de derivados de grafeno sobre sustratos flexibles a través de un proceso de grabado con un láser de alta potencia cobra interés por sus ventajas como la simplificación del proceso de síntesis, la facilidad de utilizar diferentes precursores y la posibilidad de manufactura directa de dispositivos electroquímicos integrados. El material, conocido como grafeno inducido por láser (GIL) presenta una morfología con defectos y bordes expuestos que promueve un desempeño electroquímico que supera a los materiales obtenidos por procesos de reducción químicos y térmicos del óxido de grafeno, lo que lo hace un gran candidato para su integración en sistemas electroquímicos flexibles. En esta plática se presentarán casos de estudio utilizando como base electrodos de GIL y se discutirá su aplicación directa en sistemas de sensado electroquímico con especial en los sistemas vestibles.

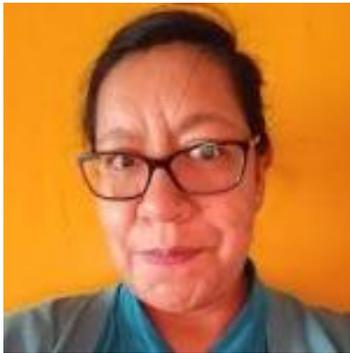
**Palabras Clave** – grafeno inducido por láser, sistemas vestibles, síntesis, manufactura, desempeño

**Agradecimientos** – al Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) por el apoyo institucional otorgado para la realización del trabajo a través de los proyectos internos 23006 y 24002.



## Dra. Gabriela Valdés Ramírez

UAM - Iztapalapa



La Dra. Gabriela Valdés Ramírez realizó sus estudios de Licenciatura (Química) en la UAM unidad Iztapalapa (1999-2003), realizó sus estudios de Doctorado en la UAM-Iztapalapa de 2003 a 2008, durante su doctorado realizó una estancia doctoral en la Universidad De Perpignan Francia. De 2008 a 2010 fue profesor curricular de la UAM en las unidades Iztapalapa y Azcapotzalco. De 2010 a 2015 realizó una estancia post-doctoral en la Universidad de California San Diego (UCSD) en el departamento de NanoIngeniería dónde realizó investigación en proyectos financiados por Instituto Nacional de la Salud (NIH), la agencia de proyectos de investigación avanzada de defensa (DARPA) y empresas como Procter and Gamble (P&G) y Electrozyme. De 2015 a 2018 trabajo en la industria biomédica en el desarrollo de sensores de mínima y no invasión para el monitoreo de glucosa en personas diabéticas y no diabéticas. De enero a julio de 2019 fue profesor curricular en el departamento de Ciencias Naturales e Ingeniería de la UAM plantel Cuajimalpa. De septiembre de 2019 a la fecha es profesor visitante de tiempo completo en el Departamento de Química de la UAM-Iztapalapa. Actualmente es candidato en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), cuenta con 30 publicaciones en revistas internacionales indexadas. Las líneas de investigación de su interés son en desarrollo de biosensores para la detección y cuantificación de metabolitos de interés clínico y sensores para la detección y cuantificación de contaminantes.



# De las tiras reactivas a los biosensores implantables

Gabriela Valdés-Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química, Área de Electroquímica, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, CDMX, México. gabrivra@gmail.com

El uso de biosensores como herramienta para el cuidado de la salud humana, comienza con el uso de tiras colorimétricas para detectar glucosa en orina (1956), y en sangre (1964). Hacia 1970 aparecen los primeros medidores de glucosa portátiles todavía vigentes, estos biosensores tienen la desventaja de requerir una muestra de sangre capilar obtenida por punción en los dedos, para evitar la punción, se han implementado: 1) el reloj de glucosa que, extrae una muestra de fluido intersticial para la cuantificación de glucosa. 2) Sensores de invasión mínima, como los tatuajes temporales con sistemas de detección colorimétricos o electroquímicos. 3) Sensores implantables conocidos como CGM (continuous glucose monitoring), miden en forma continua los niveles de glucosa en el fluido intersticial. El reto actual es fabricar CGM's que presenten mayor estabilidad, exactitud y precisión con menor tiempo de respuesta. Actualmente, las investigaciones se centran en la implementación de nuevos polímeros y materiales para la inmovilización de agentes de reconocimiento en la detección de biomarcadores de interés clínico. Los polímeros deben formar películas que permitan la inmovilización, favoreciendo la rápida difusión del biomarcador y analito a través de las bio-películas minimizando los tiempos de respuesta. Igualmente, los nuevos materiales deben ser bio-compatibles y minimizar la adhesión de células y otros componentes presentes en las muestras de análisis. A la par del desarrollo de los dispositivos sensores, se requiere el progreso en la miniaturización de sistemas electrónicos para ensamblarse con los sensores y obtener sistemas integrales para el cuidado de la salud.

**Palabras Clave** - biosensores, glucosa, tiras reactivas, tatuajes, continuous glucose monitoring (CGM), polímeros.



## Dr. Jannú Casanova

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C.



Jannú Casanova Moreno estudió la Licenciatura en Química en la Facultad de Química de la UNAM. Realizó su doctorado en la Universidad de British Columbia, en Canadá, estudiando monocapas orgánicas por métodos electroquímicos. En esta misma universidad, realizó un posdoctorado sobre el uso de chips microfluídicos para detección electroquímica de tuberculosis. En enero de 2016 se incorporó como posdoctorante al Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ) y 9 meses después como Investigador de Cátedras CONACYT. Sus líneas de investigación son la modificación de superficies de electrodos y la elaboración de dispositivos microfluídicos para sistemas de biosensado y conversión de energía. Actualmente es miembro del SNI con nivel I y forma parte del Laboratorio Nacional de Micro y Nanofluídica.



# Superficies de electrodos modificadas con biocatalizadores para sistemas microfluídicos de cultivo celular

Jan-Carlo Miguel Díaz González<sup>1</sup>, Lourdes Navarro Nateras<sup>1</sup>, Lucy L. Coria-Oriundo<sup>2</sup>, Fernando Battaglini<sup>2</sup>, Goldie Oza<sup>1</sup>, L. G. Arriaga<sup>1</sup>, Jannú R. Casanova-Moreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Pedro Escobedo, Querétaro, México, jcasanova@cideteq.mx

<sup>2</sup> Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía, CONICET - Universidad de Buenos Aires, Argentina

Los biosensores enzimáticos electroquímicos han adquirido una relevancia comercial gracias a su incorporación en los glucómetros para monitoreo de pacientes diabéticos. A pesar de su éxito para uso desechable en sangre, aún hay mucho trabajo para lograr su uso continuo en algunos medios biológicos complejos. En los últimos años, nuestro grupo se ha dedicado a caracterizar diferentes electrodos modificados con hidrogeles que contienen glucosa oxidasa y polietileniminas. En sensores de primera generación, la transducción de la señal se lleva a cabo mediante la oxidación del peróxido de hidrógeno que produce la reacción enzimática. En los sensores de segunda generación, los polímeros se modifican con complejos metálicos (Fe, Os), los cuales transfieren la carga entre el centro activo de la enzima y el electrodo. Como parte del estudio, se han variado la estructura de las polietileniminas (lineal vs ramificada) y la naturaleza y concentración de los entrecruzadores (glutaraldehído y etilenglicol diglicidil éter) usados para inmovilizar la enzima. Estos hidrogeles se han caracterizado morfológicamente usando microscopías de campo claro, fluorescencia, electrónica, electroquímica y de fuerza atómica. En base a estas pruebas se han obtenido las condiciones que permitan un mejor desempeño. Estos electrodos se han incorporado en canales microfluídicos con miras a incorporarlos a sistemas de cultivo celular tridimensionales. Para ello, es crucial que funcionen adecuadamente en medios de cultivo complejos. Nuestros resultados muestran que los electrodos de segunda generación muestran menos pasivamiento en medio de cultivo sin diluir en comparación con los de primera generación.

**Palabras Clave** – biosensores enzimáticos, medio de cultivo celular, microfluídica, organ-on-a-chip, biosensores electroquímicos.

**Agradecimientos** – Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo a través de la reacreditación del Laboratorio Nacional de Micro y Nanofluídica



# Dr. Ángel Ramón Hernández Martínez.

Universidad Autónoma de Querétaro



El Dr. Angel Ramón Hernández Martínez, es investigador y académico mexicano especializado en el diseño, síntesis y caracterización química, fisicoquímica y de desempeño de materiales poliméricos, semiconductores, compuestos o nanoestructurados, de materiales “a la carta” para aplicaciones tecnológicas. Obtuvo su doctorado en ingeniería, por parte de la UNAM (2009), trabajando en la síntesis de polímeros usando radiación de alta energía, en el Departamento de Química de Radiaciones y Radioquímica, del Instituto de Ciencias Nucleares. Posteriormente realizó dos estancias de investigación trabajando en la síntesis de semiconductores de capa delgada, para el desarrollo de celdas solares de alta eficiencia. Del 2015 al diciembre de 2022 se desempeñó como investigador asociado “C” en el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México (CFATA-UNAM). Y actualmente es docente en la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro Durante su trayectoria como investigador, sus intereses se han focalizado en el diseño de nuevos materiales para aplicaciones de remediación natural, energías renovables y biomedicina.



# Polímeros inteligentes con respuesta a cambios de pH y temperatura para el desarrollo de biosensores

Ángel Ramón Hernández Martínez

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Cerro de Las Campanas, 76010, Querétaro, México. email: angel.ramon.hernandez@gmail.com

Los polímeros inteligentes son materiales altamente versátiles que exhiben respuestas específicas ante estímulos ambientales, como variaciones en el pH y la temperatura. Estas propiedades han dado lugar a una amplia gama de aplicaciones en el campo de la liberación controlada de fármacos y la remoción de contaminantes en cuerpos de agua. La presente investigación tiene como objetivo principal explorar el potencial de los polímeros inteligentes en el desarrollo de plataformas de biosensado y sensado, centrándose en el desarrollo de polímeros inteligentes capaces de responder a cambios en el pH y la temperatura, para posteriormente evaluar su potencial aplicación para crear matrices de detección. Para lograr este objetivo, se realizó la síntesis de copolímeros con respuesta a las variaciones en el pH y la temperatura, utilizando la técnica de síntesis por radicales libres. Posteriormente, se utilizó una microbalanza de cristal de cuarzo como prueba de concepto para diseñar un sensor destinado a la detección de metales disueltos en agua. Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis planteada, demostrando que el uso de polímeros inteligentes permite el diseño de plataformas novedosas para el biosensado.

En el marco de esta conferencia, se expondrán los fundamentos conceptuales de los polímeros inteligentes, haciendo hincapié en sus propiedades fisicoquímicas. Además, se presentarán los últimos resultados obtenidos en nuestra investigación, con el objetivo de proporcionar una visión integral del progreso logrado hasta la fecha. Asimismo, se discutirán las perspectivas y los desafíos futuros relacionados con la exploración del uso de polímeros inteligentes en el desarrollo de biosensores.

**Palabras Clave** - polímeros inteligentes, biosensores, respuesta a cambios de pH, respuesta a cambios de temperatura, matrices de detección.



# Estudio de adsorción de moléculas en AgNPs/AuNPs a través de simulación molecular

Matías Zúñiga-Bustos<sup>1</sup>, Jeffrey Comer<sup>2</sup>, Horacio Poblete<sup>3,4</sup>

1 Programa Institucional de Fomento a la Investigación, Desarrollo e Innovación (PIDi), Universidad tecnológica Metropolitana, Santiago 8940577, Chile, [mzunigab@utem.cl](mailto:mzunigab@utem.cl).

2 Department of Anatomy and Physiology, Kansas State University, Manhattan, Kansas, 66506-580.; [jeffcomer@ksu.edu](mailto:jeffcomer@ksu.edu)

3 Center for Bioinformatics and Molecular Simulation, Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca, 2 Norte 685, Talca, Chile.; [hoboblete@utalca.cl](mailto:hoboblete@utalca.cl)

4 Millennium Nucleus of Ion Channel-Associated Diseases (MiNICAD), Talca, Chile.

Las nanopartículas de plata y oro tienen cada vez más aplicaciones en biomedicina, como biosensores y otras tecnologías debido a sus propiedades antibacterianas, ópticas y eléctricas únicas. La preparación de nanopartículas metálicas requiere de agentes de recubrimiento, como los compuestos que contienen tioles, para proporcionar estabilidad coloidal, evitar la aglomeración, detener el crecimiento incontrolado y atenuar el daño oxidativo en ambientes biológicos. Sin embargo, a pesar del amplio uso de estos agentes de recubrimiento basados en tioles, su ordenamiento sobre la superficie metálica y la termodinámica de la formación de estas capas sigue siendo materia de estudio. En este trabajo, utilizando simulaciones de dinámica molecular y técnicas de cálculo de la energía libre, estudiamos el comportamiento del citrato y de cuatro moléculas con grupo tiol comúnmente empleadas como agentes protectores de nanopartículas de plata y oro. A concentraciones suficientemente altas, observamos que alilmercaptano, ácido lipoico y mercaptohexanol se autoensamblan espontáneamente en capas ordenadas con el grupo tiol en contacto con la superficie metálica. Estas metodologías y protocolos además han permitido el estudio de adsorción de péptidos en nanopartículas de oro y plata para el desarrollo de nanomateriales con fines terapéuticos. Se espera que estos resultados contribuyan al desarrollo de nanomateriales con propiedades de interés.

**Palabras Clave** – dinámica molecular, nanopartículas, agentes protectores.

**Agradecimientos** – Fondecyt 1211143 y Núcleo Milenio de Enfermedades Asociadas a Canales Iónicos, ANID, Chile, Fondo de Equipamiento Científico y Tecnológico (FONDEQUIP) 160063 (HP). Proyecto Postdoctoral Fondecyt 3200252 y a Fondecyt Iniciación 11230976, ANID, Chile (MZ-B). National Science Foundation proyecto DMR-1945589 (JC).



## Dra. María Beatriz de la Mora Mojica

ICAT UNAM



Estudió ingeniería química en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, y posteriormente realizó su maestría en Ingeniería Renovable en el Instituto de Energías Renovables de la UNAM y el doctorado en Ciencia e Ingeniería de los materiales en el Instituto de Materiales de la UNAM. Tiene dos estancias posdoctorales, en el Instituto de Física de la UNAM y en la división de Ciencias Básicas e Ingeniería en la UAM Itzamal. Ha realizado estancias de investigación en la Universidad de Montreal en Montreal Canadá, en la Universidad Tor Vergata University of Rome, en Roma Italia y en Shinshu University en Nagano Japón.

Desde hace 8 años es investigadora asociada al Instituto de Ciencias Aplicadas de la UNAM mediante el programa de Cátedras de CONACyT. Actualmente ha publicado 34 artículos de investigación y 3 de divulgación, es miembro del sistema nacional de investigadores nivel 2. De forma adicional participa activamente en el posgrado de Ciencia e Ingeniería de materiales al supervisar tesis de posgrado e imparte cursos en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Sus líneas de investigación se relacionan principalmente con estudio y aplicación de propiedades ópticas de nanomateriales en medicina y en energías renovables.



# Nanomateriales para el desarrollo de biosensores basados en respuesta óptica

Dra. María Beatriz de la Mora Mojica

1.- Investigadores e Investigadoras por México Conahcyt.

El estudio de nanomateriales y sus propiedades ha potenciado el desarrollo de múltiples aplicaciones, entre las que se encuentran biosensores basados en respuesta óptica. Algunos nanomateriales permiten la fabricación de dispositivos fotónicos que pueden controlar la reflexión o transmisión de la luz para longitudes de onda determinadas, mientras que, para el caso de nanopartículas metálicas se observa una banda de absorción característica debida al fenómeno de resonancia de plasmones guiados o superficiales. Estas propiedades son útiles para el desarrollo de sensores ya que las propiedades ópticas de reflexión, transmisión o plasmónicas son altamente sensibles a cambios en el medio que rodea a los nanomateriales. Entonces, es posible detectar un analito de interés mediante la medición de la modificación de estas propiedades. Para que la detección sea específica, con frecuencia se requiere de funcionalizar la superficie con un elemento de identificación idóneo para el análisis de interés. En esta presentación se discutirán diversas estrategias para fabricar y funcionalizar un biosensor basado en este tipo de nanomateriales. Finalmente, se analizarán dos ejemplos: un biosensor para el aumento de la sensibilidad de emisión de fluoresceína y un biosensor para tamizaje de hipertensión.

**Palabras Clave** – Nanomateriales, Fotónica, Plasmónica, Biosensores, Funcionalización.

**Agradecimientos** – Agradezco al apoyo del programa de Investigadores e Investigadoras por México de Conacyt



# M. en I. Luis Roberto Vega González

ICAT UNAM



Es ingeniero mecánico electricista (1979) por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), recibió su maestría en ingeniería en sistemas en 1987 y su maestría en administración de las organizaciones en 2002, ambas por la UNAM. Desde 1980 ha realizado proyectos de ingeniería para varias firmas de instrumentación industrial atendiendo las industrias del petróleo (PEMEX) y de la energía (CFE). A partir de 1993 ha realizado administración tecnológica

de proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación en varias dependencias de la UNAM, específicamente el Centro para la Innovación Tecnológica, el Instituto de Ingeniería y el Centro de Instrumentos. Actualmente es Secretario de Vinculación y Gestión Tecnológica del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la UNAM, trabajando activamente en proyectos para los sectores de salud, educación, energía y medio ambiente para distintas organizaciones públicas y privadas.

Ha sido profesor por 42 años en el Departamento de Control y Robótica de la División de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, impartiendo diversas materias como: medición e instrumentación, circuitos eléctricos, control analógico, dinámica de sistemas físicos, en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, campus Ciudad de México ha impartido las materias: circuitos eléctricos 1 y 2, Administración de la Tecnología; en la División de Posgrado de la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM ha impartido la materia Matemáticas Aplicadas a la Administración, en la Especialización en Gestión Tecnológica de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán impartió diversas materias como gestión tecnológica, transferencia de tecnología, evaluación tecnológica. Actualmente es tutor de la maestría en Administración de la Tecnología de la División de Sistemas de la Facultad de Química de la UNAM.



# Ideas para la protección intelectual de un Biosensor

Vega-González Luis Roberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Secretaría de Vinculación y Gestión Tecnológica, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, A.P. 70-186, Alcaldía Coyoacán, CP 04510; Ciudad de México, México; teléfono 5556228602 ext. 1118, correo: roberto.vega@icat.unam.mx

El objeto de esta charla es ofrecer algunas ideas para la protección intelectual de un biosensor durante su desarrollo, haciendo énfasis en que no es necesario esperar a tener el biosensor terminado y probado para patentarlo, ya que, para tal efecto, si bien es cierto que puede considerarse como una invención, todavía se requeriría demostrar su novedad universal y obtener una patente puede llevar un promedio de entre 5 a 6 años desde su sometimiento ante la autoridad. Como marco de referencia, en la plática se da un resumen de las diferentes figuras y modalidades de propiedad intelectual (PI) disponibles en México y en otros países, mencionando brevemente sus costos, periodo temporal de protección y el proceso de obtención.

El proyecto de desarrollo del Biosensor se puede dividir en tres fases, en las cuales el equipo interdisciplinario del proyecto va agregando conocimiento a la vez que se va mejorando el prototipo. Así, en la primera parte del desarrollo el conocimiento obtenido normalmente es el descubrimiento científico del receptor biológico capaz de detectar alguna molécula que interesa medir. El conocimiento generado en esta fase no puede protegerse por medio de una patente; sin embargo, la relatoría científica si se puede proteger por medio de derechos de autor. En la segunda fase se desarrolla el sensor electrónico capaz de traducir la información a una señal electrónica, esto ya se considera una invención por lo que se puede proteger por medio de una patente de alcance limitado y nuevos derechos de autor.

Cuando el Biosensor es terminado y probado con un sistema de despliegue electrónico o computarizado, puede considerarse una invención, en términos de la legislación vigente y protegerse por medio de una patente más amplia, con la intención de transferirse a una empresa para su explotación comercial o licenciarse a un tercero para su uso en alguna institución pública. Sin embargo, es conveniente que durante todo el desarrollo se proteja intelectualmente por medio de otras modalidades de PI tales como Derechos de Autor de obras, Diseños industriales y Derechos de Autor de Programas de Cómputo.

**Palabras clave:** Biosensores, estrategia, propiedad intelectual.



## Dr. Daniel Matatagui Cruz

Universidad Complutense de Madrid



(IMS - CNRS) para mi etapa predoctoral.

Cuenta con un doctorado por parte del gobierno español, enfocado en la Formación del personal Investigador (FPI), para trabajar en el Grupo I+D de Sensores (GRIDSEN) del Instituto de Física Aplicada (IFA - CSIC) bajo la supervisión del Dr. Carmen Horrillo Güemes y Dr. José Luis Fontecha González. La tesis fue presentada el 13 de julio de 2012 con el título **SENSORES MÁSICOS PARA LA DETECCIÓN DE AGENTES DE GUERRA QUÍMICA Y BIOLÓGICA** en la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y fue calificada con “Sobresaliente Cum Laudem por Unanimidad”. Realizó dos prácticas de investigación en Francia el Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système



# Magnetismo y nanotecnología. Explorando Nuevos Biosensores para una Atención Médica Mejorada

Daniel Matatagui<sup>1,2</sup>

1 a Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM-ADIF-CSIC), A6 km. 22.500; 28230 Las Rozas, Spain.

2 Dpto. de Física de Materiales, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, Plaza de las Ciencias 1, 28040 Madrid, Spain.

El avance relativamente lento en el desarrollo de biosensores magnéticos se debe aparentemente a la ausencia de soluciones baratas para medir con precisión las variaciones débiles inducidas en las características magnéticas de un material sensible. Tomando como premisa la propuesta anterior, deben desarrollarse nuevos y mejorados sensores magnéticos inalámbricos, de bajo coste y baja dimensionalidad. Las tecnologías emergentes basadas en propiedades magnéticas pueden convertirse en una innovación de rápido crecimiento, que podrían cambiar significativamente la atención médica actual, mediante biosensores altamente sensibles y selectivos para la detección de biomoléculas y biomarcadores.

En este trabajo se presentarán los resultados de los últimos años en el desarrollo de prototipos de sensores magnéticos, los cuales se posicionan como prometedoras alternativas a los sistemas analíticos convencionales. Entre las innovaciones destacadas se encuentran los sensores basados en resonancia magnetoelástica, los sensores basados en ondas magnetoestáticas de espín y dispositivos que combinan las ondas acústicas superficiales con materiales magnetoelásticos. Además, los anteriores dispositivos pueden ser combinados con nanotecnología, que permite el desarrollo de biosensores que presentan un potencial significativo para mejorar la sensibilidad, la selectividad y la eficiencia de los sistemas de detección. Esto se debe a que las nanoestructuras presentan una alta área superficial en relación a su volumen y, por lo tanto, interaccionando con biomoléculas de forma superficial se pueden modular las propiedades magnéticas predominantes en los materiales en volumen, lo que conlleva la obtención de biosensores de altas prestaciones para diversas aplicaciones.

**Palabras Clave** – Magnetismo, nanotecnología, magnetoelástico, ondas acústicas superficiales, ondas magnetoestáticas de espín.

**Agradecimientos** – Estos trabajos están siendo realizados bajo los proyectos del Ministerio de Ciencia e Innovación PDC2022-133039-I00 y PID2021-123112OB-C21. Además, se agradece el apoyo a través del contrato RYC2021-031166-I.



## Dra. Alba Adriana Vallejo Cardona

CIATEJ-CONACYT



La Dra. Alba Adriana Vallejo Cardona cuenta con un doctorado en Ciencias con especialidad en Bioquímica. Su investigación la ha desarrollado en los siguientes ámbitos: Evaluación de modificaciones en la interfase de la membrana por métodos biofotónicos- sistemas heterogéneos (CINVESTAV-Bioquímica). - Mimetización de membranas por electroquímica (CINVESTAV-Química). - Evaluación por fluorescencia de formación y rompimiento de emulsiones (IMP). - Detección de moléculas químicas y biológicas por espectrometría de masas (CNMN-IPN). - Diseño y evaluación de estructuras poliméricas modificadas biológicamente para uso en biorremediación (CONACyT-CIATEJ-UAN-IPN). - Encapsulamiento liposomal para entrega de moléculas activas, escala nanométrica y micrométrica (CONACyT-CIATEJ) aplicadas al área de alimentos, ambiental y médica-farmacéutica. - Caracterización analítica. Los proyectos que desarrolla actualmente es la creación de una sub-línea de Investigación en:

- Ingeniería Biomédica de Medicamentos Biotecnológicos e Ingeniería de Tejidos.
- Síntesis química de péptidos and glicosilación. • Desarrollo de Inmunoliposomas cargados con taxol como tratamiento de cáncer cérvicouterino.
- Síntesis de Gluco-fosfolípidos, ácidos grasos y triglicéridos. • Estudio de la participación de grupos aminos y cetónicos presentes en interacciones interfaciales con proteínas intra e intermembranales cuando existe daño renal.
- Identificación de composición lipídica por cambio de condiciones externas como la alimentación.



# Importancia de la detección de alergias alimentarias utilizando biosensores

Alba Adriana Vallejo-Cardona<sup>1</sup>, Luis Gerardo Arriaga Hurtado<sup>2</sup>, Janet Ledesma García<sup>3</sup>, Ricardo Antonio Escalona Villalpando<sup>3</sup>, Jannu R. Casanova-Moreno<sup>4</sup>, Horacio Reyes Viernes<sup>5</sup>, Andrea Gabriela Ochoa Ruiz<sup>6</sup>, Pablo Daniel Astudillo Sánchez<sup>7</sup>

1 CONAHACYT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Guadalajara, Jalisco, México, [aavallejocardona@hotmail.com](mailto:aavallejocardona@hotmail.com), [avallejo@ciatej.mx](mailto:avallejo@ciatej.mx)

2 Laboratorio Nacional de Micro y Nanofluídica-CIDETEQ, Pedro Escobedo, Querétaro, México, [larriaga@cideteq.mx](mailto:larriaga@cideteq.mx)

3 Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Aeropuerto, Querétaro, Querétaro, México, [janet.ledesma@uaq.mx](mailto:janet.ledesma@uaq.mx) (JLG), [ricardo.escalona@uaq.edu.mx](mailto:ricardo.escalona@uaq.edu.mx) (RAEV)

4 Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), Pedro Escobedo, Querétaro, México. [jcasanova@cideteq.mx](mailto:jcasanova@cideteq.mx)

5 Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México, México, [hreyesvivas@yahoo.com.mx](mailto:hreyesvivas@yahoo.com.mx)

6 Grupo ORUIZ SAPI de CV, Guadalajara, Jalisco, México, [gerencia@grupooruiz.com](mailto:gerencia@grupooruiz.com)

7 Centro Universitario de Tonalá-U de G, Tonalá, Jalisco, México. [Pablo.astudillo@cutonala.udg.mx](mailto:Pablo.astudillo@cutonala.udg.mx)

En el 2021 Ochoa-Ruiz reportó la importancia que tiene el detectar oportunamente las alergias e intolerancias alimenticias en pacientes pediátricos, derivado de una serie de entrevistas realizadas a especialistas del sector salud y sociedad afectada por alergias alimentarias. En ese estudio se relató el proceso de búsqueda de los familiares para encontrar un diagnóstico acertado hacia síntomas como problemas gastrointestinales, dolor de cabeza o problemas respiratorios asociados a asma, conduciendo a los familiares a una traveía de consultas con pediatras, alergólogos, gastroenterólogos, nutriólogos, que después de un tiempo considerable les dan el diagnóstico de alergia o intolerancia a ciertos alimentos. Esto repercute a nivel de gasto familiar incrementándose en niños entre 0 a 3 años de edad. Así como del nivel de calidad de vida, ya que el infante puede sufrir un mayor daño a nivel gastrointestinal durante la búsqueda del diagnóstico, derivado de los medicamentos indicados antes de llegar al diagnóstico de alergia o intolerancia alimentaria. Es por ello que se está desarrollando un sistema de diagnóstico electroquímico tipo de punto de cuidado, similar a un glucómetro, para detectar alergias alimentarias en la población pediátrica. Donde este sistema sea amigable durante la toma de muestra y que su respuesta sea dada durante la consulta. Considerando una respuesta del equipo a través de una señal voltamperométrica.

**Palabras Clave** – Intolerancias, alergias, sistema de diagnóstico, voltamperométrico, biosensor.

**Agradecimientos** – Por el apoyo de CIATEJ, CIDETEQ, CONAHACYT, INP, CU-Tonalá y UAQ por el apoyo institucional otorgado para la realización del trabajo.



# Dr. César Luis Cuevas Velázquez

Facultad de Química



El Dr. César Luis Cuevas Velázquez es Ingeniero Bioquímico egresado con honores del Instituto Tecnológico de Zacatepec. Obtuvo su Doctorado en Ciencias Bioquímicas en el Instituto de Biotecnología de la UNAM, trabajando con la Dra. Alejandra Covarrubias. Realizó su postdoctorado en el Departamento de Biología de Plantas del Instituto Carnegie y en el Departamento de Biología de la Universidad de Stanford, trabajando con el Dr. José Dinneny. Durante su postdoctorado fue galardonado como PEW Latin American Fellow in the Biomedical Sciences. Desde 2019 es Investigador del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Química de la UNAM. Su laboratorio utiliza proteínas intrínsecamente desordenadas para desarrollar biosensores fluorescentes codificados genéticamente que reportan los cambios en las propiedades fisicoquímicas del ambiente intracelular durante condiciones de estrés. En 2021, su grupo de investigación desarrolló un biosensor FRET llamado SED1 (Sensor Expressing Disordered protein 1), el cual reporta de manera dinámica los efectos causados por el estrés osmótico en células vivas de bacterias, levaduras, plantas y células humanas en cultivo. Actualmente, su grupo ha generado una colección de más de 200 biosensores basados en proteínas intrínsecamente desordenadas provenientes de todos los reinos de la vida. Como resultado del análisis masivo de biosensores in vivo, el laboratorio del Dr. César Cuevas emplea herramientas de aprendizaje de máquina para desarrollar biosensores ultrasensibles que utilizan proteínas intrínsecamente desordenadas sintéticas.



# Biosensores fluorescentes codificados genéticamente basados en regiones intrínsecamente desordenadas

Cuevas-Velázquez César<sup>1</sup>, Enríquez-Toledo Constanza<sup>1</sup>, Ponce-Diego César<sup>1</sup>, Rodríguez Esaú<sup>1</sup>, López-Herrera Gala<sup>1</sup>, Barrón-Huerta Samantha<sup>1</sup>, Alcántara-González Rocío<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Bioquímica. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, cuevas@quimica.unam.mx

Las regiones intrínsecamente desordenadas (IDRs) son dominios de proteínas que carecen de una estructura tridimensional estable. Debido a su naturaleza desplegada, las IDRs están altamente expuestas al solvente. Como resultado, la conformación de las IDRs es sumamente sensible a los cambios en la composición química de la solución. Previamente en mi laboratorio desarrollamos el primer biosensor fluorescente que reporta los efectos causados por choques hiperosmóticos en células vivas. El biosensor, llamado Sensor Expressing Disordered Protein 1 (SED1), es funcional en células de bacterias, plantas y células humanas. SED1 demuestra el potencial para usar IDRs como biosensores activados por cambios en las propiedades fisicoquímicas del ambiente. En esta ponencia, presentaré los avances de mi grupo de investigación enfocados en desarrollar nuevos biosensores fluorescentes basados en IDRs. Utilizamos la enorme prevalencia de IDRs en los diferentes dominios de la vida para generar una biblioteca de 200 biosensores en células de *Saccharomyces cerevisiae*. Mediante el tamizaje de la biblioteca ante condiciones de estrés hiperosmótico, logramos caracterizar los niveles de respuesta de cada uno de los 200 biosensores. Encontramos que existen 51 biosensores con rangos dinámicos más grandes que el biosensor SED1, los cuales se implementarán en plantas, hongos y macrófagos humanos. Anticipamos que la aplicación de la nueva generación de biosensores SED nos permitirá monitorear de forma dinámica las respuestas inmediatas ante condiciones de estrés en células vivas, lo cual contribuirá al entendimiento profundo de los cambios en las propiedades biofísicas que induce este tipo de estrés en organismos de interés.

**Palabras Clave** – biosensores fluorescentes, proteínas intrínsecamente desordenadas, estrés hiperosmótico, *Saccharomyces cerevisiae*, amontonamiento macromolecular.

**Agradecimientos** – Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el donativo de Ciencia de Frontera CONACYT con la clave CF-2019/252952.



# Dra. Danaí Montalván Sorrosa

Instituto de Química - UNAM



La Dra. Danaí Montalván Sorrosa es Química Bacterióloga y Parasitóloga, egresada de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (Instituto Politécnico Nacional). Obtuvo su doctorado en Ciencias Biomédicas en el Instituto de Fisiología Celular (Universidad Nacional Autónoma de México), bajo la dirección del Dr. Rolando Castillo Caballero y del Dr. Jaime Mas Oliva (2016). Realizó una estancia postdoctoral en el grupo del Prof. Vinothan Manoharan en la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Harvard (2017-2021). Fue profesora asistente en las materias de Microbiología (otoño 2019) y Biología Molecular (primavera 2020), Harvard College/Graduate School of Arts and Sciences, Departamento de Biología Molecular y Celular, Universidad de Harvard. Ha trabajado en el desarrollo de bionanomateriales utilizando virus filamentosos, reología de cristales líquidos virales, autoensamblaje de péptidos y en las aplicaciones biológicas y de diagnóstico clínico de la espectroscopia Raman. Recientemente se ha enfocado en el desarrollo de células artificiales, autoensamblaje coloidal mediado por DNA y en la dinámica de partículas coloidales en cristales líquidos termotrópicos.

Las principales líneas de investigación del Laboratorio de Sistemas Bioinspirados son:

- Desarrollo de células artificiales.
- Autoensamblaje de sistemas coloidales mediante DNA.
- Espectroscopia Raman para diagnóstico clínico.
- Biosensores basados en DNA.
- Cristales líquidos virales en el ambiente y en procesos patológicos.
- Autoensamblaje y dinámica de coloides en cristales líquidos termotrópicos.



# DNA-Based Biosensors

Danaí Montalván Sorrosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, México,  
dmontalvan@iquimica.unam.mx

El descubrimiento de secuencias de ADN con actividad catalítica ha iniciado una nueva rama en el área de biosensores, en la cual se aprovecha la capacidad de algunas secuencias de ADN de reconocer moléculas específicas y de realizar, además reacciones químicas. Dichas secuencias, llamadas aptámeros, pueden o no tener actividad catalítica (DNAzymes, enzimas de ADN). Una gran variedad de aptámeros ha sido descubierta con capacidad para reconocer moléculas o estructuras de interés clínico y ambiental.

Por otro lado, oligos cortos de ADN han sido utilizados en la construcción de circuitos, en los cuales las interacciones entre los diferentes oligonucleótidos dependen principalmente de la secuencia de nucleótidos. De esta manera, es posible diseñar oligos con propiedades de “activación” o de “inhibición”, que regularán la interacción entre las diferentes cadenas de ADN.

En nuestro grupo combinamos la capacidad de reconocimiento de aptámeros de ADN con la capacidad catalítica de DNAzymes para el desarrollo de biosensores basados en ADN, en particular uno capaz de reconocer moléculas de lipopolisacárido (LPS), una molécula presente en bacterias Gram negativas, muchas de ellas patógenas. Las secuencias de aptámeros y DNAzymes son acondicionadas en una sola secuencia, la cual es analizada mediante el software NUPACK, el cual proporciona información termodinámica de las interacciones entre oligonucleótidos en solución.

En la primera etapa de nuestro trabajo, hemos analizado la estructura secundaria de aptámeros reportados para LPS, en combinación con una DNAzyme rica en guaninas, que forma la estructura catalítica llamada G-quadruplex. Los resultados señalan que esta combinación podrá ser utilizada para detectar y cuantificar la concentración de LPS.

**Palabras Clave** – DNAzymes, G-Quadruplex, DNA-circuit, LPS, aptamer.

**Agradecimientos.** Instituto de Química, UNAM; DGAPA-UNAM PAPIIT IA202123



# Dra. Verónica Iraís Solís Tinoco

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología UNAM



Recibió el grado de Doctorado en Ingeniería Electrónica por parte de la Universidad Autónoma de Barcelona, España. Es investigadora postdoctoral en el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología de la UNAM, en el Laboratorio de Física de Sensores. Su línea de investigación está enfocada al desarrollo de biosensores ópticos y mecánicos lab-on-a-chip para aplicaciones bioanalíticas así como el estudio de tecnología de microgotas.

La calidad de su investigación ha sido reconocida con el prestigioso premio a Mujer investigadora “Women Researcher Award” por el International Research Awards on Sensing Technology sensor 2023, otorgado por ScienceFather. Ha sido investigadora invitada distinguida en la Technische Universität Dresden (Alemania) en el departamento de Físico-Química. Actualmente, es Investigadora visitante en el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPN). El objetivo de su investigación es el estudio, desarrollo y la aplicación de dispositivos sensores.



# Sensor óptico combinando resonancia de plasmón superficial, extinción de luz, y reflexión cercana al ángulo crítico, para la detección bioquímica de películas líquidas delgadas

Verónica Iraís Solís Tinoco<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 04510, México. irais.solis@icat.unam.mx

En este trabajo se presenta un sensor óptico para obtener la reflectividad, el índice de refracción y el coeficiente de extinción de muestras bioquímicas, de forma rápida y sin uso de marcadores. El sensor mide aproximadamente en un minuto la reflectividad óptica interna en función del ángulo de incidencia, en una interfaz, entre un prisma cubierto por una nanopelícula de oro ( $\approx 20$  nm) que está en contacto con una muestra líquida ( $\approx 10$   $\mu$ L). La nanopelícula de oro es lo suficientemente delgada para que una fracción de la luz que incide se transmita a través de la nanopelícula, en ángulos de incidencia por debajo del ángulo crítico, establecido por el prisma y los índices de refracción de la muestra ( $\approx 61^\circ$ ), pero lo suficientemente gruesa como para presentar la Resonancia de Plasmón Superficial (SPR) para ángulos de incidencia más allá de ese ángulo crítico. La sensibilidad obtenida de SPR a cambios de índice de refracción en la superficie es de 168.35 grados/RIU. Aquí se demuestra que cuando una muestra líquida contiene bacterias vivas (*E. coli*), toda la curva de reflectividad, incluida la región SPR, se ve claramente afectada, y para ajustar un modelo teórico a las curvas experimentales, es necesario asumir un índice de refracción complejo de la nanopelícula, apreciablemente diferente a la del oro. La curva óptica del sensor proporciona más información que las mediciones convencionales de SPR ofreciendo una estrategia más completa para el análisis de sustancias bioquímicas y celulares.

**Palabras Clave** – Nanotecnología, sensor óptico, SPR, Bacterias vivas



# Dr. Roberto Giovanni Ramírez Chavarría

Instituto de Ingeniería



Obtuvo los grados de Doctor en Ingeniería Eléctrica y Maestro en Ingeniería Eléctrica en 2019 y 2015, y el título de Ingeniero en Computación en 2013, por la Universidad Nacional Autónoma de México. Es autor de 10 artículos en revistas especializadas y 20 artículos en memorias de congresos nacionales e internacionales. Ha sido investigador invitado en Universidades en Bélgica, Suecia y Francia. Desde 2013 imparte de forma regular asignaturas en nivel Licenciatura en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, y a partir de 2018 es Profesor en el Posgrado de Ingeniería de la UNAM. Ha dirigido 7 tesis de Licenciatura, 4 de Maestría y 1 de Doctorado. En

2019 realizó una estancia Postdoctoral en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, en donde actualmente, es Investigador de Tiempo Completo. Su investigación se enfoca en el estudio y desarrollo de biosensores y sistemas bioelectrónicos, procesamiento de señales y sensores inteligentes con aplicaciones en biotecnología, medio ambiente y biomedicina.



# Biosensores con base en Impedancia Eléctrica

Roberto G. Ramírez-Chavarría<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 04510, México.  
RRamirezC@iingen.unam.mx

El desarrollo de plataformas analíticas con base en biosensores es, actualmente, una potencial herramienta para el estudio de procesos biológicos, biomédicos y ambientales. Particularmente, los biosensores con base en impedancia eléctrica, o bioimpedancia, han cobrado suma importancia en los últimos años debido a su simplicidad, robustez y capacidad de detección libre de etiquetas. En esta ponencia, se presentan los fundamentos para el diseño e instrumentación de biosensores basados en impedancia eléctrica, así como sus principales características de operación. Asimismo, se muestran los modelos básicos y robustos de análisis para mediciones de impedancia eléctrica y su aplicación en biosensores. Con ello, se presentan algunos desarrollos relevantes, realizados en el Instituto de Ingeniería, sobre biosensores con base impedancia eléctrica, comenzando con experimentos sintéticos de cultivos celulares, hasta llegar al análisis automático de datos para detectar el genoma de SARS-CoV-2 en aguas residuales. Finalmente, se discuten los resultados obtenidos y se presentan las perspectivas alrededor de la investigación y el desarrollo para biosensores de impedancia eléctrica.

**Palabras Clave** – bioimpedancia, biosensores, análisis de datos, cultivos celulares, virus.

**Agradecimientos** – Trabajo presentado gracias al apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIIT TA100221 y TA101423.



## Dr. Isidro Badillo Ramírez

University of Denmark



El Dr. Isidro Badillo es Doctor en Ciencias Biomédicas por parte de la UNAM y cuenta con una maestría internacional obtenida mediante el programa "Erasmus Mundus" en Espectroscopia Avanzada en Química, obtenido conjuntamente en la Universidad de Leipzig, Alemania y la Universidad de Bolonia, Italia. Actualmente es investigador postdoctoral, bajo el programa EuroTechPostdoc de la Unión Europea, en la Universidad Técnica de Dinamarca, departamento de Tecnologías Médicas, en la sección de tecnologías de sensores y liberación de fármacos. Isidro ha realizado varias estancias de investigación en grupos multidisciplinarios enfocados en las aplicaciones de la tecnología fotónica hacia la biomedicina. Por ejemplo, ha realizado una estancia en la Universidad de Helsinki, Finlandia, con aplicaciones de espectroscopia Raman en células; así como en el Instituto Leibniz de Tecnología Fotónica, Jena, Alemania, en el desarrollo de métodos SERS y detección plasmónica de biomarcadores. Sus líneas de trabajo y producción científica se han enfocado mayormente en la biofotónica, conjuntando instrumentación óptica, espectroscopia, nanotecnología y dispositivos médicos para la solución de problemas relevantes en la biomedicina. Además, ha tutorado alumnos de licenciatura en tesis, estancias cortas y servicio social. Además, ha sido instructor en cursos especializados de sensores ópticos.



# Sensores basados en SERS integrados en dispositivos automatizados y compactos para detección de fármacos terapéuticos

Isidro Badillo-Ramírez<sup>1,2</sup>, Laura Serioli-Øland<sup>1,2</sup>, Yaman Göksel<sup>1,2</sup>, Roman Slipets<sup>1,2</sup>, Anja Boisen<sup>1,2</sup>

1 Center for Intelligent Drug Delivery and Sensing Using Microcontainers and Nanomechanics (IDUN), Department of Health Technology, Technical University of Denmark, Kongens Lyngby 2800, Denmark. (ibara@dtu.dk)

2 BioInnovation Institute Foundation, Copenhagen N, 2200, Denmark.

La espectroscopia Raman amplificada por superficie (SERS) ha demostrado potenciales beneficios como sistemas de sensado y biosensado con ventajas en aportar una respuesta molecular rápida, de alta sensibilidad y con reducidos pasos tanto en el manejo como en el análisis de la muestra. Sin embargo, su implementación como potencial herramienta analítica se ha visto minimizada por un lado debido a la reducida estandarización en la fabricación de sustratos SERS, y por otro lado al limitado desarrollo de dispositivos integrados, compactos, automatizados y de fácil manejo. En este trabajo se presentan y comentan los avances recientes en la obtención de sustratos uniformes SERS, para ser empleados como sensores, así como de los avances tecnológicos para desarrollar sistemas analíticos integrados con los sustratos SERS en dispositivos con espectroscopia Raman, que sean compactos y automatizados, y que permitan obtener una respuesta de detección rápida y confiable. Como caso de estudio se presentan algunas estrategias para el desarrollo de métodos analíticos integrados, basados en SERS, para la fácil y rápida detección y cuantificación de fármacos terapéuticos de relevancia clínica en oncología, epilepsia y enfermedades infecciosas. Además, se presenta desde una visión crítica los avances, requerimientos, aplicaciones y perspectivas a futuro para que la espectroscopia SERS pueda ser implementada como un método analítico en aplicaciones médicas, por ejemplo, el poder implementar su uso de rutina en hospitales o clínicas y que tenga un beneficio directo al paciente.

**Palabras Clave** – SERS, Espectroscopia Raman, dispositivos automatizados, sensores, fármacos terapéuticos.

**Agradecimientos** – 1) European Union's Horizon 2020 research and innovation program under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 899987. 2) BioInnovation Institute Foundation for Therapeutic drug monitoring (Grant No. NNF20SA0063552).



# bfVFP, la proteína violeta fluorescente que contiene el cromóforo mas sencillo reportado en proteínas fluorescentes

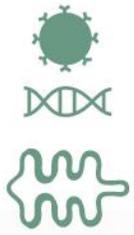
Paul Gaytán

1 Instituto de Biotecnología, UNAM, Cuernavaca, Morelos, México. [paul.gaytan@ibt.unam.mx](mailto:paul.gaytan@ibt.unam.mx).

Las proteínas fluorescentes (PFs) son herramientas moleculares ampliamente utilizadas para estudiar muchos procesos biológicos, incluyendo el monitoreo intracelular de metabolitos. Su propiedad fluorescente recae en la habilidad de la proteína de formar su propio cromóforo de manera espontánea una vez que ha sido sintetizada y plegada correctamente. Todas las PFs contienen una estructura de barril cuya pared está formada por 11 hebras- $\beta$ . El centro de esta estructura está atravesado por una hélice- $\alpha$  coaxial que contiene tres aminoácidos contiguos formadores del cromóforo. El proceso de formación ocurre a través de tres reacciones consecutivas que dan lugar a un núcleo aromático básico llamado 4-(p-hydroxybenzylidene)-5-imidazolinona. La mayoría de PFs naturales emiten luz en el rango verde-rojo de 480 a 650 nm. Contienen tirosina en el segundo aminoácido formador del cromóforo y glicina en la tercera posición, mientras que el primer aminoácido es muy variable. En el año 2016 se reportó la primera proteína fluorescente, FPlan10-A, que tolera alanina en la tercera posición del cromóforo, generando un núcleo fluorescente parecido a todas las PFs. Experimentos de mutagénesis combinatoria realizados en nuestro laboratorio, sobre tres residuos espacialmente cercanos al cromóforo de FPlan10-A mejorada, dieron lugar a una variante que emite luz violeta cuando se excita con luz ultravioleta de longitud de onda media. Esta variante fue denominada *Branchiostoma floridae* Violet Fluorescent Protein (bfVFP). Se excita a 322 nm y emite luz a 430 nm. Análisis de rayos-X y espectrometría de masas revelaron un nuevo núcleo fluorescente completamente diferente a todos los existentes: una tirosina oxidada.

**Palabras Clave** – Proteínas fluorescentes, cromóforo, genes, mutagénesis, evolución dirigida.





2º SIMPOSIO NACIONAL DE

# BIOSENSORES

## SESIÓN DE PÓSTERS



# Identificación de Bacterias Productoras de Metabolitos con Actividad Antibiótica Haciendo Uso de una Plataforma de Microfluídica Basada en Microgotas

Abraham Ochoa<sup>1\*</sup>, Gabriela Gastélum<sup>2</sup>, Jorge Rocha<sup>2</sup>, Luis F. Olguin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Biofísicoquímica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, CDMX 04510, México. \*E-mail del presentador: ochoaa485@quimica.unam.mx

<sup>2</sup>Unidad Regional Hidalgo, CONACYT-Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo 42163, México.

La gran diversidad de microorganismos presentes en la naturaleza interactúan químicamente a través de la excreción de metabolitos secundarios. En particular, las interacciones antagónicas entre microorganismos representan una fuente prolífica de nuevos antibióticos necesarios para combatir a las bacterias patógenas resistentes a los antibióticos existentes y que han sido reportadas por diferentes organizaciones a nivel mundial. En este trabajo, se presenta una metodología de alta eficiencia que permite la identificación y el aislamiento de bacterias con actividad antagónica. Mediante técnicas de microfluídica, se producen cientos de miles de microgotas de agua en aceite, de 10 pL, con agarosa como aditivo en la fase acuosa para la producción de microgeles que co-encapsulan de manera independiente cada una de las bacterias presentes en una muestra ambiental junto con células de una cepa reportera por fluorescencia de *E. coli*. Tras su formación e incubación, cada microgel se analiza y selecciona haciendo uso de la técnica de citometría de flujo Fluorescence Activated Cell Sorting (FACS) que permite clasificar y recuperar aquellos microgeles en los que *E. coli* no proliferó debido a la actividad antagónica de la otra bacteria co-encapsulada. Nuestra metodología fue validada utilizando tres cepas bacterianas endófitas aisladas del maíz con actividad comprobada alta, moderada o no antagónica contra *E. coli*. Esta selección modelo establece pautas sobre cómo seleccionar cepas productoras de antibióticos competentes y amplía el repertorio de posibilidades para realizar ensayos de alta eficiencia para el estudio de las interacciones microbianas en comunidades complejas como lo son las muestras ambientales.

**Palabras clave** - interacción bacteriana, actividad antibiótica, microfluídica basada en microgotas, escrutinio de alta eficiencia, FACS.

**Agradecimientos** - Este trabajo fue financiado por CONACYT México (Grant 284240) y la Facultad de Química, UNAM (PAIP 5000-9023). A.O. agradece a CONACYT México para la beca de doctorado (No. 604111). G.G. recibió una beca de CONACYT (761832). J.R. es parte del programa CONACYT Investigadores por México, proyecto 476. Agradecemos al LabNaCit- UNAM (CONACYT) por el apoyo técnico en la adquisición y clasificación de muestras de citometría de flujo.





# Identificación de respuestas sistémicas de las plantas con perspectivas a su utilización como sensores y para dispositivos electrónicos

Montserrat Alvarado-González<sup>1</sup>, Edwin Salas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas, División de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, CDMX, México, [aalvarado@cua.uam.mx](mailto:aalvarado@cua.uam.mx).

<sup>2</sup> Maestría en Ciencias de la Computación, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, CDMX, México, [edwinsalasuam@gmail.com](mailto:edwinsalasuam@gmail.com).

La fisiología de las plantas les permite identificar diversos estímulos bióticos o abióticos. Ante el estrés que les provocan estos estímulos, las plantas tienen mecanismos para producir distintas respuestas, como señales hidráulicas, químicas o eléctricas. Este proyecto tiene como objetivo estudiar las respuestas de diferentes plantas ante diversos estímulos para utilizarlas como sensores biológicos y para controlar dispositivos electrónicos. La primera etapa del proyecto se enfoca en analizar las señales eléctricas. Se ha observado que éstas surgen cerca del sitio dañado mecánicamente o por herbívoros y, en cuestión de segundos, se expanden a los órganos vecinos. La detección y caracterización de estas señales pueden ayudar al monitoreo de la electroquímica atmosférica, lluvia ácida, pesticidas, luz y contaminantes, o como sensores de iluminación, tacto o proximidad. La metodología que se ha seguido para esta etapa es: adquirir la diferencia de potencial a partir de dos electrodos colocados en la superficie de distintas partes de la planta; aplicar estímulos mecánicos a la planta; convertir las señales analógicas a digitales; filtrarlas para eliminar ruido; caracterizarlas y clasificarlas para determinar la parte de la planta que ha sido estimulada; interpretar la clasificación para controlar un dispositivo electrónico; y analizar los resultados aplicando pruebas estadísticas. Hasta el momento, hemos identificado diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas a distintos estímulos táctiles de distintas partes de las lavandas. En conclusión, existe evidencia de que es posible obtener información de las respuestas de las plantas ante estímulos bióticos o abióticos y utilizarlas como biosensores para controlar dispositivos electrónicos.

**Palabras Clave** - *Biosensores, interfaces planta-computadora, estímulos bióticos, estímulos abióticos, detección de plagas*

**Agradecimientos** – La autora agradece el apoyo otorgado por la Universidad Autónoma Metropolitana a través del proyecto Interfaces Planta-Computadora



# Diseño de un biosensor SERS basado en nanodendritas de plata

A.L. Hernández-de Jesús<sup>1\*</sup>, J. L. Zamora-Navarro<sup>1</sup>, M.A. Díaz-Solis<sup>2</sup>, L. Zamora-Peredo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Micro y Nanosistemas, Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana, Boca del Río, México, [analahernandez220@gmail.com](mailto:analahernandez220@gmail.com)

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana, Boca del Río, México, [\\*luiszamora@uv.mx](mailto:luiszamora@uv.mx)

Los biosensores ópticos basados en la espectroscopía Raman mejorada por superficie (SERS, del inglés: *Surface-Enhanced Raman Spectroscopy*) han fomentado el desarrollo de diversas nanoestructuras metálicas, entre ellas las estructuras dendríticas han demostrado excelentes resultados en la amplificación de la señales Raman. En este trabajo se sintetizaron nanodendritas de plata sobre láminas de cobre, mediante el método de fotorreducción. Mediante microscopía electrónica de barrido se estudió el efecto que tiene la concentración del nitrato de plata y el tiempo de fotorreducción sobre la morfología dendrítica. Se encontró que las ramificaciones de las dendritas pueden variar de 0.5 a 10  $\mu\text{m}$ . Los substratos SERS fueron evaluados con una molécula de prueba (azul de metileno a una concentración de  $1 \times 10^{-6}$  M) utilizando un equipo Raman portátil equipado con una láser de 785 nm. Finalmente, se realizaron pruebas de detección en soluciones con diferentes concentraciones de anticuerpos contra el antígeno carcinoembrionario.

**Palabras Clave** – *Dendritas de Ag, Substratos SERS, SEM, Raman*

**Agradecimientos** – Este trabajo fue financiado por la Universidad Veracruzana y por el CONACYT, a través de las becas de posgrado.



# Polímeros inteligentes con respuesta a cambios de pH y temperatura para el desarrollo de biosensores

Ángel Ramón Hernández Martínez

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Cerro de Las Campanas, 76010, Querétaro, México. email: angel.ramon.hernandez@gmail.com

Los polímeros inteligentes son materiales altamente versátiles que exhiben respuestas específicas ante estímulos ambientales, como variaciones en el pH y la temperatura. Estas propiedades han dado lugar a una amplia gama de aplicaciones en el campo de la liberación controlada de fármacos y la remoción de contaminantes en cuerpos de agua. La presente investigación tiene como objetivo principal explorar el potencial de los polímeros inteligentes en el desarrollo de plataformas de biosensado y sensado, centrándose en el desarrollo de polímeros inteligentes capaces de responder a cambios en el pH y la temperatura, para posteriormente evaluar su potencial aplicación para crear matrices de detección. Para lograr este objetivo, se realizó la síntesis de copolímeros con respuesta a las variaciones en el pH y la temperatura, utilizando la técnica de síntesis por radicales libres. Posteriormente, se utilizó una microbalanza de cristal de cuarzo como prueba de concepto para diseñar un sensor destinado a la detección de metales disueltos en agua. Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis planteada, demostrando que el uso de polímeros inteligentes permite el diseño de plataformas novedosas para el biosensado.

En el marco de esta conferencia, se expondrán los fundamentos conceptuales de los polímeros inteligentes, haciendo hincapié en sus propiedades fisicoquímicas. Además, se presentarán los últimos resultados obtenidos en nuestra investigación, con el objetivo de proporcionar una visión integral del progreso logrado hasta la fecha. Asimismo, se discutirán las perspectivas y los desafíos futuros relacionados con la exploración del uso de polímeros inteligentes en el desarrollo de biosensores.

**Palabras Clave** - polímeros inteligentes, biosensores, respuesta a cambios de pH, respuesta a cambios de temperatura, matrices de detección.



# Fabricación y análisis de dispositivos microfluídicos

Axel Fragoso Romero<sup>1</sup>, Ximena Fernández de Córdoba Montenegro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, afr@ciencias.unam.mx

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

La incorporación de la microfluídica en los programas educativos universitarios puede contribuir en las primeras etapas de la formación de los estudiantes, permitiéndoles familiarizarse con esta tecnología y comprender sus aplicaciones en diversas áreas como biología celular, ciencia de materiales y química analítica. Los dispositivos microfluídicos pueden proporcionar herramientas útiles para estudiar flujos convergentes, similares a los encontrados en el sistema vascular, por lo que adquieren relevancia en la investigación biomédica. Por otro lado, su capacidad para funcionar con sistemas de suministro pasivo los hace más económicos y accesibles debido a que no requieren sistemas de bombeo, siendo adecuados para entornos con recursos limitados. En este trabajo, se fabricaron dispositivos microfluídicos utilizando procesos de xurografía y ablación láser en acrílico. Se estudió el comportamiento de los fluidos en estos dispositivos mediante un arreglo experimental que empleó un sistema de suministro pasivo con un reservorio de fluido suspendido a una altura determinada sobre el chip, conectado mediante un tubo de plástico. Se observó el flujo laminar en la intersección de los canales del chip, así como la difusión de partículas de tinte vegetal. El objetivo principal de este estudio es explorar dos métodos de fabricación de chips microfluídicos y diversas morfologías para el canal principal del chip, así como evidenciar la funcionalidad y las posibles aplicaciones de estos dispositivos en diferentes áreas científicas y médicas.

**Palabras Clave** – Microfluídica, lab-on-a-chip, flujo laminar, suministro pasivo.

**Agradecimientos** – Se agradece el apoyo otorgado por el Laboratorio Nacional de Soluciones Biomiméticas para Diagnóstico y Terapia (LaNSBioDyT) para la realización del trabajo.





# Determinación de interleucina 6 (IL-6) mediante biosensores de fibra óptica en modelo murino isquémico con tratamiento de benzoato de estradiol

Brenda Vertti Cervantes<sup>1</sup>, Raúl J. Delgado Macuil<sup>1</sup>, Georgina Beltrán Pérez<sup>2</sup>, Karina González León<sup>2</sup>, Omar Montes Narváez<sup>3</sup>, Marcos García Juárez<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada CIBA-IPN. Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700, México. bverttic2102@alumno.ipn.mx

<sup>2</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Puebla, Avenida San Claudio y 18 Sur, Col. San Manuel CU, Puebla 72570, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Reproducción Animal UAT-CINVESTAV, Plaza Hidalgo Ote. 9, Cuarto Barrio, Panotla, Tlaxcala C.P. 90140, México.

Los accidentes cerebrovasculares de tipo isquémico son relevantes a nivel mundial debido a las secuelas que generan y las altas tasas de mortalidad, se han descubierto biomarcadores relacionados con la cascada isquémica, uno de ellos es la interleucina 6 (IL-6) la cual está relacionada con el grado de evolución de la enfermedad, además se ha reportado que existen agentes neuroprotectores como el benzoato de estradiol el cual actúa regulando la transcripción de moléculas pro y antiapoptóticas. En este trabajo, se presenta un estudio en el cual se realizó la detección de IL-6 en muestras de suero sanguíneo de ratas inducidas a la isquemia global con tratamiento de benzoato de estradiol y muestras del modelo isquémico sin tratamiento, mediante el uso de un biosensor de fibra óptica con rejilla de periodo largo. Cada etapa de ensamblaje del biosensor; así como la detección de la proteína fueron caracterizadas mediante espectroscopía de transmisión en las longitudes de onda de 1450 a 1250 nm, posteriormente los datos fueron procesados con un análisis de componentes principales (PCA) observándose discriminación en los datos experimentales y tendencias de agrupamiento en las diferentes etapas de construcción del biosensor y la detección.

**Palabras Clave** - biosensor óptico, interleucina 6 (IL-6), espectroscopia de transmisión, Análisis de componentes principales, isquemia cerebral.

**Agradecimientos** - Se agradece al CONACyT por las becas de posgrado otorgadas y a la SIP-IPN por el apoyo otorgado mediante el proyecto SIP 20220963.



# Analgesia copulatoria en rata macho y evaluación de los cambios espectrales en plasma sanguíneo

Carlos Edmundo Aguilar Pérez<sup>1</sup>, Raúl Jacobo Delgado Macuil<sup>1</sup>, José Luis Encarnación Sánchez<sup>2</sup> Agustín Galván Rosas<sup>3</sup>, Oscar González Flores<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada Unidad Tlaxcala, C.P. 90700 Carretera a Santa Inés Tecuexcomac, a 1.5 Km, Ex-Hacienda San Juan Molino. ceaguilarp@yahoo.com.mx

<sup>2</sup>Doctorado en Ciencias Biológicas. Centro Tlaxcala en Biología de la Conducta (CTBC-UATx)

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Reproducción Animal, CINVESTAV-Lab.-Tlaxcala, UATx.

La actividad copulatoria disminuye la percepción al dolor, esto es conocido como analgesia-copulatoria. Esta analgesia ha sido evaluada mediante la técnica del Umbral de Vocalización al Choque Eléctrico en la cola (UVCE), que determina la mínima intensidad eléctrica necesaria para ser percibida como dolor. Metodología avalada por el comité de bioética del Posgrado en Ciencias Biológicas UATx. Además, se ha mostrado que algunas biomoléculas influyen sobre la analgesia-copulatoria e.g.  $\beta$ -endorfina y oxitocina, aunque se desconoce la correlación entre los niveles séricos de estos agentes con la intensidad de la analgesia-copulatoria. Se les evaluó el UVCE durante la serie eyaculatoria 1 (SE1; n=4) y 2 (SE2; n=5) y en sus respectivos intervalos post-eyaculatorios (IPE1; n=3, IPE2; n=3, respectivamente) así como un grupo control no expuesto a hembras receptoras (n=5). El plasma sanguíneo se obtuvo mediante decapitación. Los plasmas se evaluaron mediante espectroscopia de infrarrojo en la región del mediano, los resultados fueron procesados mediante el Análisis de Componentes Principales (PCA) utilizando las bandas entre 1500-1600, 1725-1745 y 2800-3000  $\text{cm}^{-1}$ . El %UVCE aumentó (indicando analgesia) en la SE1=26.9% vs SE2=46.3% ( $p=.016$ ), IPE1=3.9% vs IPE2=57.9% ( $p=.20$ ). Las regiones entre 1500-1600 y 2800-300  $\text{cm}^{-1}$  fue donde se observaron los mayores cambios en la absorbancia en SE1 respecto al control, mientras que los demás grupos mostraron una menor absorbancia. Efecto contrario se observó en la banda 1725-1745  $\text{cm}^{-1}$ . Los PCA muestran tendencia de agrupamiento entre los grupos experimentales en todas las regiones analizadas. Los resultados indican cambios de los componentes séricos durante y después de la cópula, esto nos permitirá evaluar los niveles de  $\beta$ -endorfina y oxitocina utilizando biosensores ópticos.

**Palabras Clave** – Rata, analgesia-copulatoria, plasma, PCA.

**Agradecimientos** – Proyecto parcialmente financiado por el proyecto SIP 20220963 IPN. Agradecimientos a CONACYT por la beca posdoctoral, CVU 487025.



# Estudio de la sensibilidad estructural al ambiente de regiones intrínsecamente desordenadas de factores de transcripción de *Arabidopsis* mediante el uso de biosensores FRET

César Antonio Ponce-Diego<sup>1</sup>, Constanza Enriquez-Toledo<sup>1</sup>, Manuel Andrés Velasco-Saavedra<sup>1</sup>, María del Rocío Alcántara-González<sup>1</sup>, David Felipe Rendón-Luna<sup>2</sup>, Cesar Luis Cuevas-Velázquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, cuevas@quimica.unam.mx.

<sup>2</sup>Instituto de Biotecnología, UNAM, Cuernavaca Mor, México.

Las proteínas intrínsecamente desordenadas (IDPs) y las regiones intrínsecamente desordenadas (IDRs) carecen de una estructura secundaria o terciaria estable. Su composición única de aminoácidos les permite responder a cambios en el ambiente fisicoquímico, como la alta osmolaridad. Los factores de transcripción de la planta modelo *Arabidopsis thaliana* poseen altos niveles de desorden, sin embargo, poco se sabe acerca de la sensibilidad estructural de sus dominios desordenados. El objetivo de este trabajo fue determinar la sensibilidad estructural de las IDRs de un grupo de factores de transcripción de *Arabidopsis* ante los efectos causados por choques hiperosmóticos *in vivo*. Cuantificamos el cambio conformacional de 21 IDRs de factores de transcripción de *Arabidopsis* mediante el uso de un sistema de biosensores FRET en células de levadura vivas sometidas a un estrés hiperosmótico. Los resultados revelaron diferentes grados de respuesta de las IDRs de los factores de transcripción a los choques osmóticos *in vivo*. Nuestros hallazgos sugieren que una sensibilidad al ambiente alta es causada por la simetría en la distribución de aminoácidos cargados a lo largo de la IDR cuando se compara con aquellas IDRs que no tienen una distribución homogénea de cargas. En particular los biosensores utilizados podrían explorar *in vivo* el estrés osmótico en plantas de importancia alimentaria. Estos hallazgos resaltan la importancia de investigar a sensibilidad estructural de las IDRs y su relación con los cambios ambientales en la biología de las plantas.

**Palabras Clave** - FRET, Regiones Intrínsecamente Desordenadas, *Arabidopsis*, factores de transcripción, distribución de cargas.

**Agradecimientos** – Agradecemos el apoyo otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado a través del proyecto CF-2019/252952.



# Compositos de nanopartículas y colorantes: estudio DFT, ablación laser y electrodinámica

Cesar A. Guarín<sup>1</sup>, Luis Guillermo Mendoza-Luna<sup>1</sup>  
Emmanuel Haro-Poniatowski<sup>2</sup>, José Luis Hernández-Pozos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cátedras CONACYT - Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F., México. cguarin.duran@izt.uam.mx

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Apdo. Postal 55-534, Cd. de México, México

Las investigaciones actuales que usan materiales capaces de interactuar con la luz, como la que proviene de un láser, están cobrando cada vez más importancia al punto que se han convertido en piezas claves para impulsar el cambio tecnológico y el arribo de tecnologías fotónicas, por ejemplo, con los nanobiosensores. En este cartel se hablará de materiales nanoestructurados y sus ventajas en la generación de señales de fluorescencia en escalas de tiempo cortas de picosegundos. Se mostrarán resultados para materiales del tipo compuesto (colorante más nanomaterial), así como los datos obtenidos por simulaciones de propiedades ópticas al nivel de teoría DFT y de electrodinámica por el método de elementos de contorno. Se analiza el control de propiedades espectroscópicas de este tipo de compositos, mostrando como emergen de manera sinérgica a partir de los materiales que lo conforman. Se demuestra cuales son los estados excitados singuletes involucrados en la señal fluorescente, así como las oscilaciones colectivas de electrones presentes en los nanomateriales empleados, ambos en la región espectral visible. Se presentan las directrices para continuar en esta línea de investigación que hace uso de procesos ultrarrápidos, la selectividad de la excitación y los reducidos volúmenes de medición de femtolitros del compuesto y su aplicación en sensores.

**Palabras Clave** – Colorantes, DFT, Fluorescencia, nanoestructuras, óptica.

**Agradecimientos** – Los autores agradecen los recursos computacionales otorgados por LANCAD y CONACYT en el cluster de cómputo Yoltla (proyecto 25-2023) en el LSVP UAM-Iztapalapa.



# Diseño de DiaNA: Estudio computacional para el desarrollo de un biosensor con base en sistema FRET para la detección de drogas empleadas en casos de sumisión química

Cinthia Antón<sup>1</sup>, Magaly Juárez<sup>2</sup>, Diego Luna<sup>1</sup>, Daniel Romero<sup>2</sup>, José Cortés<sup>1</sup>, Fernanda González<sup>3</sup>, Ángel Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Biotecnológica, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, ollin.synbio@gmail.com

<sup>2</sup>Químico Bacteriólogo Parasitólogo, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.

<sup>3</sup>Ingeniería Bioquímica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.

En México y América Latina existe un grave problema derivado del uso de drogas adulterantes que provocan sumisión química en las personas. Esto sucede al administrar ciertas drogas a través de bebidas sin el consentimiento y conocimiento de las víctimas para alterar su estado de conciencia facilitando una agresión. Dadas las consecuencias que viven las personas afectadas, el aumento de casos y las pocas soluciones asequibles, se propone el desarrollo de DiaNA, un biosensor basado en un complejo de aptámeros y el sistema FRET (Föster Resonance Energy Transfer), el cuál emitirá una señal fluorescente al identificar algunas de las drogas comúnmente utilizadas para la sumisión (ketamina, cocaína y metanfetamina). Los resultados obtenidos hasta el momento son la validación computacional a través de docking molecular realizado en el software AutoDockTools-1.5.7, además de Discovery Studio Visualizer como software de apoyo, en los que se comprobó la fiabilidad de los acoplamientos que proporcionaron una afinidad de unión entre aptámeros y las drogas, siendo favorables los siguientes datos: en el caso de la ketamina se obtuvieron 28.0328 kJ/mol para la energía de formación del complejo aptámero-diana con una concentración de ketamina del 4.2065 mM; para la cocaína 28.8669 kJ/mol con 471 mM; y para la metanfetamina 18.4096 kJ/mol con 0.67 mM. Por el momento, el proyecto se ha desarrollado de forma computacional con el objetivo de utilizar los datos obtenidos para la creación de un prototipo funcional que tenga el potencial de ayudar a los usuarios en situaciones de riesgo.

**Palabras Clave** - Sumisión química, Aptámeros, Fluoroproteínas, FRET, Biosensor

**Agradecimientos** – De parte del equipo de Ollin SynBio queremos agradecer profundamente a todos nuestros mentores y advisors que han hecho posible la realización de este proyecto, para las áreas de Human Practices, Inclusivity, Finance, Networking, y a nuestros asesores técnicos de la parte del laboratorio, el Dr. Silvestre Mendoza Figueroa, Eduardo Navarrete Bencomo, María Fernanda Román García, Jorge Luis García Barrera, y Sinuhé Morán Flores.



# Sondas fluorescentes derivadas de conjugados esteroide-cumarina

Claudia Ramírez Lozano<sup>1</sup>, Ma. Eugenia Ochoa<sup>1</sup>, Norberto Farfán<sup>2</sup>, Rosa Santillan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Zacatenco, Ciudad de México, México, claudiam.ramirez@cinvestav.mx

<sup>2</sup> Facultad de Química, Departamento de Química Orgánica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Las sondas fluorescentes son compuestos químicos que presentan el fenómeno óptico de fluorescencia y son utilizados en la detección cualitativa o cuantitativa de una gran variedad de analitos, debido a su sensibilidad se han convertido en herramientas eficientes para investigar sistemas bioquímicos y biológicos. Los esteroides son estructuras prometedoras para emplearse en el diseño de sondas fluorescentes debido a que presentan características como, rigidez estructural, permeabilidad a membranas biológicas, fácil disponibilidad, atractivas propiedades de agregación en solución acuosa y exhiben un papel biológico importante. Como resultado de esto, en este trabajo se presentan la síntesis, el estudio estructural y fotofísico, así como la aplicación en la obtención de bioimágenes de una serie de conjugados esteroide-cumarina, derivados de pregnanolona, pregnenolona, ácido cólico y  $3\beta,19$ -dihydroxidehidroepiandros-5-en-17-ona y estrona, mediante la formación de un enlace amida, utilizando el agente de acoplamiento N-etoxicarbonil-2-etoxi-1,2-dihidroquinolina y a través del uso de un espaciador. Al integrar las importantes características de los esteroides, con un fragmento fluorescente como lo es el fluoróforo 7-(N,N-dietilamino)-3-aminocumarina, caracterizado por presentar buenas propiedades ópticas, se han desarrollado sondas que han permitido examinar el comportamiento de autoensamblaje de los esteroides en distintas proporciones de solución acuosa, mediante los efectos inducidos en las propiedades de emisión de fluorescencia. Así también han permitido observar morfologías de distintos organelos celulares. Con esto se pretende expandir las aplicaciones como materiales fluorescentes lipofílicos para su uso en la obtención de bioimágenes, para la visualización de morfologías y monitoreo de propiedades de membranas biológicas u otras aplicaciones en el área biológica.

**Palabras Clave** - sondas fluorescentes, esteroides, cumarinas, agregación.

**Agradecimientos** – CMRL (764461) agradece a CONACYT por su beca doctoral.



# Desarrollo de biosensores fluorescentes codificados genéticamente basados en regiones intrínsecamente desordenadas activados por el ambiente

Enriquez-Toledo Constanza<sup>1</sup>, Rodríguez Esaú-E.<sup>1</sup>, Ponce-Diego César A.<sup>1</sup>, Cuevas-Velázquez, Cesar<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, constoledo705@gmail.com.

Las reacciones que mantienen la homeostasis celular son moduladas por la concentración, composición y propiedades de sus componentes. El impacto de la interacción entre macromoléculas sobre la regulación de las funciones celulares está bien caracterizado; sin embargo, como es que el ambiente afecta diferentes aspectos de la biología celular ha sido poco estudiado. Los retos asociados al estudio del efecto del ambiente sobre las funciones celulares residen en la ausencia de métodos para monitorear parámetros fisicoquímicos *in vivo*. Los biosensores fluorescentes codificados genéticamente son candidatos prometedores para monitorear dichos parámetros. En este trabajo, se presenta el desarrollo de una colección de 200 biosensores tipo FRET basados en regiones intrínsecamente desordenadas (IDRs) capaces de monitorear cambios en el estatus osmótico de células vivas de levaduras. Los biosensores se construyeron aprovechando la habilidad de las IDRs para modificar su ensamble conformacional en respuesta a cambios en la osmolaridad intracelular. La capacidad de los biosensores para detectar cambios en la osmolaridad celular en tiempo real podría ayudar a identificar procesos patológicos y, potencialmente, mejorar la detección y tratamiento de enfermedades relacionadas con el estrés hiperosmótico. La biblioteca de biosensores representa una excelente herramienta para investigar cómo los cambios en las propiedades fisicoquímicas de la célula alteran procesos biológicos relevantes en una amplia gama de organismos.

**Palabras Clave** - Biosensores, regiones intrínsecamente desordenadas, estrés osmótico.

**Agradecimientos** – Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el motivo de Ciencia de Frontera CONACYT con la clave CF-2019/252952 y por la beca de maestría otorgada a Constanza Enriquez Toledo.



# Biosensor óptico de Ureasa para la detección de metales pesados

Daniel Santos Ubaldo<sup>1</sup>, Mauricio Muñoz Ochoa<sup>2</sup>, Valentín López Gayou<sup>1</sup>, Orlando Zaca Morán<sup>1</sup>, Víctor Hugo Cruz Escalona<sup>2</sup>, Raúl J. Delgado Macuil<sup>1</sup>.

1 Centro de investigación en Biotecnología Aplicada, Instituto Politécnico Nacional, Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala, México,

2 Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, Avenida Instituto, Politécnico Nacional SN, Playa Palo de Sta Rita, 23096 La Paz, BCS, México. [dsantosu1900@alumno.ipn.mx](mailto:dsantosu1900@alumno.ipn.mx)

Los metales pesados poseen una densidad superior a 5 g/cm<sup>3</sup> y peso atómico superior a 40,04 g/mol, lo que implica que dichos metales sean más densos que el agua y tóxicos para el medio ambiente. Los que han presentado mayores riesgos a la salud humana por su capacidad de bioacumulación y toxicidad son: Cobalto < Cromo < Plomo < Níquel < Zinc < Cobre < Arsénico < Cadmio < Mercurio. Actualmente las técnicas para su detección y monitoreo requieren equipos especializados y personal altamente capacitado; los dispositivos biosensores son una buena alternativa a las técnicas convencionales. En el presente trabajo se desarrolló un biosensor óptico enzimático para la detección de metales pesados, se midió el porcentaje de inhibición enzimática con diferentes estándares de sales metálicas como Cr, Pb, As, Cd y Hg, la enzima implementada fue Ureasa de *Canavalia ensiformis* (Jack Beans), ya que se ha reportado ser una de las enzimas con mayor afinidad a los metales pesados. Se mezcló la enzima con diferentes concentraciones 100 ppm, 10 ppm, 1 ppm, 100 ppb, 10 ppb y 1 ppb, se adicionó un indicador y se analizaron por UV/Vis a 400 nm, el biosensor mostró un límite de detección de 10 ppb para la mayoría de los metales correlacionado con una R<sup>2</sup> superior a 90%, siendo plomo y arsénico los que mostraron una mayor afinidad y mercurio y cromo una menor afinidad hacia la enzima ureasa; este trabajo presenta un método simple y eficiente para la detección de metales *in situ*.

**Palabras Clave** – metales pesados, biosensores, medio ambiente, ureasa.

**Agradecimientos** – Los autores agradecen al CONACyT por la beca otorgada 896752 y al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo otorgado.



# Estudio de la estabilidad química de nanoprismas triangulares de plata para biosensores

González Zárate- Daniela <sup>1</sup>, Zamora Peredo-Luis <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias en Micro y Nanosistemas, Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Boca del Río-Veracruz, México, dani11.98@hotmail.com

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Micro y Nanosistemas, Boca del Río-Veracruz, México, luiszamora@uv.mx

Los nanoprismas triangulares de plata se destacan por sus características ópticas dependientes de su forma y el medio que los rodea, se pueden obtener por: métodos físicos, químicos y métodos biológicos. Estas nanoestructuras en solución presentan una coloración azul y son utilizadas en biosensores plasmónicos para detección colorimétrica, ya que cuando están inmersos en una sustancia que les generan una modificación en su geometría, por ataque químico o aglomeración, la solución cambia de color en función de la concentración de dicha sustancia. Por lo cual, antes de ser utilizados dichos AgNPrs, su coloración debe ser estable en el tiempo. En este trabajo se fabricó y caracterizó nanoprismas triangulares de plata (AgNPrs) en solución coloidal utilizando el método de síntesis por reducción química empleando borohidruro de sodio como agente reductor ( $\text{NaBH}_4$ ) y nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) como agente precursor, además de citrato de sodio ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ), polivinilpirrolidona (PVP) y peróxido de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Se evaluó el efecto que tiene el volumen del  $\text{NaBH}_4$  (50 a 250  $\mu\text{L}$ ) sobre la estabilidad temporal de los AgNPrs mediante espectroscopía UV-Vis. Se encontró que los AgNPrs con mejor estabilidad se logran en bajos volúmenes del agente reductor.

**Palabras Clave** - Nanoprismas triangulares de plata, reducción química, colorimetría.

**Agradecimientos** – Por el apoyo institucional otorgado por la Universidad Veracruzana y el financiamiento de CONACYT, a través de la beca del posgrado.



# Metapelículas de Bi: Una propuesta biocompatible para la mejora en área efectiva y propiedades de transporte eléctrico

D. E. Martínez-Lara, D. Mendoza

Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 04510, México, [davideduardo@ciencias.unam.mx](mailto:davideduardo@ciencias.unam.mx).

En la actualidad, el desarrollo de biosensores ha permitido desde detectar contaminantes en el agua y comida, hasta monitorear signos vitales. Pero uno de los principales problemas de su desarrollo, es que se basan en materiales contaminantes para el medio ambiente o tóxicos para el ser humano, aquí es donde el bismuto (Bi) juega un papel importante, ya que es un material no tóxico y biocompatible, el cual, ha reemplazado por ejemplo al mercurio como electrodo para la detección de metales pesados y al plomo en la manufactura de grasas y lubricantes. Además, con el avance de la nanotecnología, los dispositivos se vuelven cada vez más pequeños y en estas escalas nanométricas, el tener un área efectiva mayor puede aumentar la eficiencia de los biosensores. Por lo anterior expuesto, en este trabajo se buscó aumentar el área de películas delgadas de Bi, para ello sintetizamos mediante anodización electroquímica dos tipos de sustratos nanoestructurados, uno conductor (aluminio) y un dieléctrico (óxido de aluminio), ambos con una geometría periódica hexagonal, en las cuales sus dimensiones se pueden controlar mediante el voltaje aplicado en el proceso de anodización, sobre ellos se depositó la película de Bi que siguió la misma geometría hexagonal (metapelículas de Bi). Nuestras metapelículas mostraron un aumento en el área efectiva, continuidad eléctrica (a partir de 10 nm de espesor) y en comparación con una superficie no texturizada son menos resistivas. Por otro lado, mediante RX se observó que tienen una orientación cristalina preferencial (dependiendo de la tasa de depósito) y por medio de espectros de reflectancia se mostró una mejora en su respuesta plasmónica en el intervalo de longitudes de onda ultravioleta - visible. Por las propiedades mencionadas, proponemos nuestras metapelículas para el posible desarrollo de biosensores más eficientes, biocompatibles y no dañinos para el medio ambiente.

**Palabras Clave** - Bismuto, metapelículas, biosensores, biocompatible, plasmones.

**Agradecimientos** – Lourdes S. Bazán (LUME-UNAM) por las imágenes SEM, Carlos Flores (AFM), Miguel Ángel Canseco Martínez (UV-Vis-IR), Caín González Sánchez (equipo de cómputo) y Carlos David Ramos Vilchis (equipo de vacío).



# Biosensor basado en FRET para la detección de compuestos que alteran sistema endócrino

Edith Lopez<sup>1</sup>, Emma Arévalo<sup>1</sup>, Gloria Saab<sup>1</sup>, Takuya Nishigaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Biotecnología (UNAM), Morelos, México, [edith.lopez@ibt.unam.mx](mailto:edith.lopez@ibt.unam.mx), [emma.arevalo@ibt.unam.mx](mailto:emma.arevalo@ibt.unam.mx); [gloria.saab@ibt.unam.mx](mailto:gloria.saab@ibt.unam.mx); [takuya.nishigaki@ibt.unam.mx](mailto:takuya.nishigaki@ibt.unam.mx)

Recientemente ha llamado la atención de la sociedad la abundancia de compuestos con la capacidad de alterar el funcionamiento normal del sistema endócrino. Estos compuestos denominados disruptores endócrinos o EDCs por sus siglas en inglés se encuentran en alimentos, cosméticos, medicamentos, productos de limpieza, entre otros. Desafortunadamente, los métodos utilizados para su detección son costosos y difíciles de operar. Este trabajo propone el diseño de un biosensor que por medio de una transferencia de energía de resonancia de Förster (FRET) detecta disruptores endócrinos en concentraciones nanomolares. El biosensor se compone de una región del receptor de estrógeno alfa (hER $\alpha$ ) etiquetada por una proteína fluorescente, mTurquoise2, en su extremo C terminal y por un ligando fluorescente, cumestrol. La proteína quimérica fue expresada en *Escherichia coli* y purificada con una columna de níquel-NTA. Se registraron los espectros de fluorescencia de cumestrol con hER $\alpha$ -mTurquoise2 en presencia y ausencia de dietilestilbestrol. Se observó FRET en todos los experimentos entre cumestrol y la hER $\alpha$ -mTurquoise2. Además, validamos que la interacción de los ligandos era sitio específica cuando dietilestilbestrol, un ligando del receptor de estrógeno alfa de alta afinidad, bloqueó la transferencia de energía entre cumestrol y hER $\alpha$ -mTurquoise2 al competir por el sitio de unión. Este resultado comprueba el funcionamiento del biosensor. Finalmente, este biosensor podría ser utilizado inicialmente para detectar disruptores endócrinos en agua de consumo humano.

**Palabras Clave** – biosensor, disruptores endócrinos, contaminación de agua, FRET, cumestrol.

**Agradecimientos** – Los autores agradecen el financiamiento otorgado por CONACyT, PAPIIT y PAEP para la realización de este proyecto.



# Fabricación de un Quimiosensor para la Detección de Cadmio en Aguas de Riego Agrícola

Ehrwin David Cedeño González, Aldo Galindo Zamora, Jose Silvestre Mendoza Figueroa

<sup>1</sup>Laboratorio de Protección Vegetal, Departamento de Microbiología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (IPN). CDMX. México. [david.cgz99@gmail.com](mailto:david.cgz99@gmail.com)

La contaminación por metales pesados en México es una problemática que va en aumento debido a la actividad antropogénica, siendo los recursos hídricos los más afectados. El cadmio (Cd) se encuentra dentro de la lista de prioridades internacionales de la OMS debido a su alta solubilidad en agua, toxicidad y su gran capacidad de bioacumulación, esto representa una gran problemática nacional ya que en México el 76 % del agua está destinada para el sector agrícola. Por lo que es necesario la detección oportuna de este metal en el agua de riego. En el presente trabajo se propone un prototipo de quimiosensor para la detección rápida de este metal en agua a nivel laboratorio y campo. El sensor se fabrica usando nanopartículas de oro (AuNPs) cubiertas con quitosano el cual funge como agente quelante, la quelación del Cd entonces modificará el plasmón superficial localizado en las AuNPs. El nanomaterial se sintetizó mediante la reducción del ácido cloroáurico usando quitosano como agente reductor y estabilizante. Una vez formada la nanopartícula, se embebió en una matriz de quitosano, el cual se precipitó y secó para su uso. Se comprobó la funcionalidad del sensor mediante estándares secundarios de cadmio en agua de alta pureza, partiendo del límite permisible por la norma NOM-001-SEMARNAT-2021 para este metal en agua de riego (0.2 ppm), observando un desplazamiento del plasmón superficial del sensor de 5 nm, respecto a las nanopartículas no incubadas con el metal, evidenciando la presencia de este metal en la muestra.

*Palabras Clave - Quimiosensor, Cadmio, Metales Pesados, Agua de riego, Nanopartículas*



# Biosensores fluorescentes codificados genéticamente para el estudio de la separación de fases en proteínas en respuesta al estrés hiperosmótico

Esaú-E. Rodríguez<sup>1</sup>, Cesar L. Cuevas-Velázquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Bioquímica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 04510, Mexico, esau.erm@gmail.com.

La homeostasis celular se ve perturbada cuando el entorno se ve alterado por cambios en diferentes propiedades físicoquímicas. Una de estas propiedades es la osmolaridad dentro de la célula. Durante condiciones de estrés, la osmolaridad y los niveles de aglomeración macromolecular cambian drásticamente. Los biosensores fluorescentes codificados genéticamente son biomoléculas que pueden reportar eventos que ocurren en el interior de las células. Previamente en el laboratorio se generó una serie de biosensores tipo-FRET para estudiar el estrés osmótico *in vivo* en la levadura *S. cerevisiae* utilizando diferentes regiones intrínsecamente desordenadas (IDR) y un par de fluoróforos. Los biosensores pueden ser útiles para monitorear la relocalización de proteínas en respuesta a los cambios en el entorno intracelular. Usando microscopía confocal, se determinó la localización de diferentes biosensores antes y después del tratamiento con distintas concentraciones de NaCl. Además, se evaluó la formación de condensados biomoleculares. Las propiedades líquidas de los condensados formados por el biosensor IDRBS144 se evaluaron con el tratamiento de 1,6-hexanediol en diferentes concentraciones. En este trabajo, mostramos que los biosensores son capaces de reubicarse en diferentes compartimentos, incluidos los condensados biomoleculares bajo estrés hiperosmótico. Estos resultados ayudarán a comprender la separación de fases de ciertas proteínas con regiones intrínsecamente desordenadas en respuesta al estrés.

**Palabras Clave** - biosensores, proteínas intrínsecamente desordenadas, separación de fases líquido-líquido, microscopía confocal.

**Agradecimientos** – Los autores agradecen el apoyo otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el proyecto de Ciencia de Frontera con clave CF- 2019/252952. Esaú-E. Rodríguez agradece la beca de continuidad Estancias Posdoctorales por México 2022.



# Investigación computacional de la transmisión de luz a través de arreglos nanométricos ordenados y desordenados

Navarro Sánchez Felipe Neri<sup>1\*</sup>, César Augusto Guarín Durán<sup>1,2</sup>, Luis Guillermo Mendoza Luna<sup>1,2</sup>, Emmanuel Haro Poniatowski<sup>1</sup>, José Luis Hernández Pozos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F., México

<sup>2</sup>Cátedra CONACyT-Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F., México

[\\*felipenavarro65@gmail.com](mailto:felipenavarro65@gmail.com)

Hoy en día existen nuevas tecnologías que permiten la fabricación de materiales a escala nanométrica, por ejemplo, las técnicas de pulverización catódica (*sputtering*) o de ablación láser. Los metales poseen características relevantes como la capacidad de reflejar la luz, ser maleables o dúctiles, siendo capaces de confinar la luz a través de estructuras metálicas nanométricas, que tienen tamaños entre 1 y 100 nm. Estos nanomateriales tienen propiedades ópticas que siguen despertando interés en diversas investigaciones, por ejemplo, el investigador Thomas W. Ebbesen estudió los arreglos nanométricos ordenados, donde observó los máximos de intensidad de luz transmitida a través de agujeros mucho más pequeños que la longitud de onda de la luz incidente. En este trabajo se realizarán simulaciones para reproducir el espectro de transmisión de luz observado por Ebbesen utilizando el paquete computacional *Scuff-em* de código abierto desarrollado por M. T. Homer Reid. Además, se realizarán diferentes simulaciones fundamentadas en dispersión de Mie, coeficiente de extinción, películas delgadas perforadas de metales plata y oro, arreglos nanométricos desordenados de cobre, esferas de selenio de diferentes radios, todo con el fin de analizar el efecto de la morfología en la señal óptica del nanomaterial.

**Palabras Clave** – *Scuff-em*, películas delgadas perforadas, arreglos nanométricos desordenados, transmisión de la luz, dispersión de Mie.

**Agradecimientos** - Los autores agradecen a LANCAD y CONACyT por el tiempo de cómputo en el cluster-Yoltla del LSVP UAM-Iztapalapa (proyecto 25-2023).



# Desarrollo de un biosensor basado en una proteína intrínsecamente desordenada de *Arabidopsis* para el seguimiento del estrés osmótico en plantas

Guadalupe Itzel Meneses-Reyes<sup>1</sup>, César Luis Cuevas-Velázquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, México, itzel.mere21@gmail.com.

<sup>2</sup>Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, México.

Las plantas responden al estrés hiperosmótico acumulando un grupo de proteínas conocidas como proteínas abundantes en la embriogénesis tardía (LEA). Las proteínas LEA carecen de una estructura estable y se consideran proteínas intrínsecamente desordenadas (IDPs). Recientemente, nuestro laboratorio desarrolló un biosensor FRET capaz de reportar los efectos del estrés osmótico en diferentes organismos incluyendo, bacterias, levaduras, plantas y células humanas. El biosensor, denominado SED1, utiliza la proteína AtLEA4-5 de *Arabidopsis thaliana* como dominio sensor. AtLEA4-5 cambia dinámicamente su estructura en función de la osmolaridad y el amontonamiento macromolecular del entorno celular. Sin embargo, la limitación que presenta SED1 es la incapacidad de informar cambios osmóticos en la planta *Arabidopsis*. Dado que AtLEA4-5 es una proteína de *Arabidopsis*, la falta de respuesta podría ser causada por las hiperfosforilaciones de la proteína o el por el rápido fotoblanqueo de la proteína donadora. Con el objetivo de modificar SED1 para generar versiones funcionales en *Arabidopsis*, en este trabajo generamos dos variantes del biosensor: Una proteína AtLEA4-5 incapaz de ser fosforilada (SED1-FN) y una construcción con un par FRET diferente (mTurquoise2 y mNeonGreen; SED1-mTq2-mNG). Estas variantes se caracterizaron en células de levadura y en hojas de *Nicotiana* bajo estrés hiperosmótico. Descubrimos que, mientras que SED1-mTq2-mNG mostraba un cambio FRET comparable a SED1 en levadura y en *Nicotiana* bajo estrés hiperosmótico, SED1-FN mostraba un cambio FRET menor en levadura y no se acumulaba en hojas de *Nicotiana*. Nuestros resultados sugieren que SED1-mTq2-mNG podría ser un biosensor funcional en *Arabidopsis*.

**Palabras Clave** – proteínas LEA, FRET, SED1, hiperfosforilaciones, fotoblanqueo.

**Agradecimientos** – Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el motivo de Ciencia de Frontera CONACYT con la clave CF-2019/252952 y por la beca de maestría otorgada a Itzel Meneses.



# Hidrogeles enzimáticos basados en BPEI-GOx: Caracterización óptica y electroquímica para su uso en un biosensor de glucosa

Jan-carlo Miguel Díaz-González<sup>1</sup>, Jannu Ricardo Casanova-Moreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C. Parque Tecnológico Querétaro S/N Sanfandila, Pedro Escobedo, Querétaro, 76703, México, [jgonzalez@cideteq.mx](mailto:jgonzalez@cideteq.mx)

El entrecruzamiento es un método ampliamente utilizado para la inmovilización enzimática con ventajas como alta retención de enzima, estabilidad y reutilización. Los hidrogeles basados en polímeros presentan propiedades y microambientes favorables para las enzimas. Sin embargo, dependiendo de las características de la red tridimensional puede afectarse el transporte de masa y carga dentro del hidrogel. Por esto, el objetivo del presente trabajo es relacionar las características físicas/composición química con el funcionamiento analítico con el fin de poder incorporarlos a dispositivos miniaturizados. En este trabajo, se formaron hidrogeles enzimáticos usando glutaraldehído (GA) y etilenglicol diglicidil éter (EGDGE) como entrecruzadores. Se caracterizaron las morfologías de los hidrogeles mediante técnicas de microscopía y espectroscopia, las cuales se asociaron con la respuesta electroquímica en un biosensor de glucosa. Se observó que los hidrogeles entrecruzados con GA eran intrínsecamente fluorescentes, mientras que los basados en EGDGE se tuvieron que etiquetar con sondas fluorescentes para visualizar su estructura. La concentración de EGDGE no afectó el tipo de estructuras formadas, mientras que en GA se produjo una transición estructural al disminuir su concentración. Los hidrogeles entrecruzados con GA presentaron limitaciones en el transporte de masa, afectando la respuesta electroquímica. En contraste, los hidrogeles con EGDGE permitieron una difusión adecuada de la glucosa/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Estos resultados permitieron relacionar las estructuras físicas y el comportamiento electroquímico. Así mismo, fue posible identificar mecanismos de fallo y áreas de mejora, con el objetivo de desarrollar futuros sistemas con un mejor desempeño, incorporados en plataformas microfluídicas con aplicaciones biomédicas.

**Palabras Clave** – Hidrogeles enzimáticos; electroquímica; biosensor; glutaraldehído; etilenglicol diglicidil éter.

**Agradecimientos** – Los autores agradecen al CONACYT por la beca de doctorado otorgada, así como el financiamiento de Laboratorios Nacionales LN-293442 y LN-271649.



# Modelado computacional de reacciones secundarias en biosensores base carbono durante la detección de BPA

68

J. Delgado-Avilez<sup>1,2</sup>, W. I. Garcia-Garcia<sup>1</sup>, R. Jaimes-López<sup>3</sup>, C. Menchaca-Campos<sup>2</sup>, M. Miranda-Hernández<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Energías Renovables. Priv. Xochicalco s/n Temixco, Morelos, México. C.P.62580. \*e-mail: [mmh@ier.unam.mx](mailto:mmh@ier.unam.mx).

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Av. Universidad 1001, Edificio 48, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. C.P.62209. e-mail: [jazmin.delgado@uaem.edu.mx](mailto:jazmin.delgado@uaem.edu.mx).

<sup>3</sup>Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Instituto Politécnico Nacional. Calle 30 de junio de 1520 s/n, esq. Bandera, Col. La Laguna Ticomán, Alcaldía Gustavo. A Madero, Ciudad de México, México. C.P. 07340.

El bisfenol A (BPA) es ampliamente usado en la industria y comúnmente se encuentra en efluentes industriales y aguas naturales. Debido a su alta toxicidad y baja degradabilidad se considera un contaminante ambiental de alto riesgo. Los compuestos fenólicos regularmente son de difícil detección. Actualmente, se desarrollan dispositivos altamente sensibles para su detección y cuantificación, entre estos, los biosensores electroquímicos han resultado una excelente herramienta, gracias a su simplicidad, facilidad de manejo, alta sensibilidad y selectividad. En la inmovilización de biosensores usualmente se utilizan superficies base carbono (capas de alótopos o nanomateriales) por ser biocompatibles, mostrar rápida cinética de transferencia de electrones y amplia ventana de potencial, permitiendo acoplar variedad de nanopartículas y/o biomoléculas, creando grandes posibilidades de electrodos modificados. A pesar de importantes avances, una problemática recurrente es la inactivación del electrodo base carbono causado por la formación de una capa aislante durante la oxidación del BPA. Para el diseño más eficiente y evitar este inconveniente, así como otras reacciones secundarias es necesario una descripción de los procesos de reacción que ocurren entre la superficie del electrodo y el BPA, antes de la inmovilización de biomoléculas que permita una mejor selección. En este trabajo, se presenta un estudio mediante teoría de funcionales de la densidad (DFT) de la interfase electrodo/molécula, considerando modelos de superficie del grafeno: plano basal, bordes tipo silla y zigzag, con presencia de grupos funcionales. Los resultados, permitirán controlar procesos superficiales sin involucrar procesos secundarios negativos, evitar la inactivación y optimizar el anclaje de la biomolécula.

**Palabras Clave** - Biosensores electroquímicos, detección de BPA, Teoría de funcionales de la densidad, electrodos de carbono, desactivación electroquímica.

**Agradecimientos** - Los autores externan su agradecimiento al Proyecto DGAPA PAPIIT-IN104621 por el apoyo financiero otorgado para el desarrollo de esta investigación. J. Delgado Avilez agradece la beca CONACyT otorgada para la realización de estudios de maestría.



# Diseño de substratos SERS basados en nanoestrellas de plata para biosensado

José Luis Zamora Navarro<sup>1</sup>, Luis Zamora Peredo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias en Micro y Nanosistemas, Centro de Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana, Boca del Río, Ver., México. joseluis\_zamora10@hotmail.com .

<sup>2</sup>Centro de Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana, Boca del Río, Ver., México.

Las nanoestructuras metálicas con morfologías ramificadas son atractivas para las investigaciones relacionadas con la técnica de espectroscopia Raman debido a la gran cantidad de aristas que poseen éstas, lo que proporciona abundantes “puntos calientes” los cuales son los responsables de que estos substratos sean tan efectivos en el sensado de biomoléculas a concentraciones ultrabajas. En este trabajo se fabricaron substratos SERS a partir del depósito de nanoestrellas de plata, las cuales se sintetizaron utilizando como precursores: nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ), ácido ascórbico (L:AA) y polivinilpirrolidona (PVP); en una relación molar de 3.6:71.5:X, respectivamente. Donde X es la concentración de PVP que varió de 10 a  $5 \times 10^{-5}$  mM. Las nanoestrellas se depositaron sobre una lámina de cobre y se estudió la variación de su morfología, homogeneidad y dispersión de las nanoestrellas mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). Los substratos SERS fueron evaluados mediante la detección de una molécula de prueba (azul de metileno a una concentración de  $1 \times 10^{-6}$  M) y a partir de la comparativa entre las micrográficas y las intensidades SERS se determinó la concentración de PVP con la que se obtiene el mejor substrato SERS.

**Palabras Clave** - substrato SERS, nanoestrellas de plata, PVP, azul de metileno.

**Agradecimientos** – El apoyo en este trabajo por la Universidad Veracruzana y el financiamiento por CONACYT a través de la beca de posgrado.



# Estudio computacional de la interacción de materiales grafénicos y aminoácidos para la detección de moléculas de interés biomédico

Josué Hernández Márquez<sup>1</sup>, Daniela E. Armas Zepeda<sup>1</sup>, Ana E. Torres Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, CU, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México, ana.torres@icat.unam.mx.

En estudios metabolómicos se ha identificado una disminución sustancial de metabolitos como ácido glutámico, cisteína y glutamina en pacientes con COVID-19, que evolucionan a un estado crítico de la enfermedad. Este cambio está relacionado con el catabolismo de aminoácidos en condiciones hipóxicas. La espectroscopia Raman es un método de detección analítica que puede proporcionar una respuesta rápida junto con alta sensibilidad para la identificación molecular. El óxido de grafeno reducido (RGO) ha sido utilizado como sustrato para análisis por dispersión Raman. La cuantificación del ácido glutámico, glutamina y cisteína en fluidos biológicos por espectroscopía Raman puede ser utilizada como biomarcador para dar atención médica oportuna a pacientes diagnosticados con la infección por SARS-COV2. No obstante, aún se desconocen las interacciones del RGO y los aminoácidos mencionados, así como la respuesta que inducirán en el espectro Raman del nanomaterial. Se realizaron cálculos a primeros principios para analizar las interacciones y propiedades electrónicas de un modelo de óxido de grafeno y RGO con las mencionadas moléculas. Se determinó que la adsorción de moléculas azufradas y la glutamina se favoreció sobre los modelos de óxido de grafeno con los grupos hidroxilo orientados hacia las moléculas estudiadas. De hecho, se detectó una mayor transferencia de carga desde el adsorbato hacia el adsorbente. Por lo tanto, este efecto podría influir en el corrimiento de las bandas D y G en el espectro Raman de grafeno con lo cual se podría identificar la presencia del metabolito. Y de esta manera cuantificar dicha sustancia en aplicaciones biomédicas.

**Palabras Clave** - óxido de grafeno, primeros principios, transferencia de carga, Raman, aminoácidos.

**Agradecimientos** - A DGTIC-UNAM por el uso de recursos de Supercómputo a través del proyecto LANCAD-UNAM-DGTIC-401 y a DGAPA-PAPIIT por el financiamiento institucional otorgado a través de los proyectos IA202521 e IT100721 para la realización del trabajo.



# Fabricación de un biosensor nanoplasmónico de oro utilizando litografía coloidal mejorada

Karen Lyzeth Alonzo García<sup>1</sup>, Berenice Montiel Pitalua<sup>1</sup>, Yessenia Eleonor González Navarro<sup>1</sup>, Miguel Ángel Alemán Arce<sup>2</sup>, Verónica Iraís Solís Tinoco<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Biónica. Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas UPIITA-IPN. Ciudad de México, C.P. 07340. kalonzog1500@alumno.ipn.mx

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Microtecnología y Sistemas Embebidos. Ciudad de México 07738, México. irais.solis@cic.ipn.mx

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 04510, México. irais.solis@icat.unam.mx

Los biosensores nanoplasmónicos formados por nanoagujeros de oro se basan en la propiedad de resonancia de plasmón superficial localizado (LSPR) que se presenta cuando nanoestructuras metálicas son excitadas por un campo electromagnético, de tal forma que sus frecuencias de oscilación coinciden. Esta propiedad ha demostrado tener aplicaciones particularmente en el área de detección y censado de analitos biológicos como proteínas, virus y bacterias.

Las nanoestructuras se elaboran por medio de una serie de técnicas especializadas de nanofabricación, en este caso empleamos técnicas como plasma de oxígeno, evaporación de metales y litografía coloidal. La litografía coloidal es la técnica de nanofabricación que nos permite controlar las características del transductor, como el diámetro y la distribución de los nanoagujeros de oro, para generar el grabado de máscaras sobre sustratos planos, sin embargo, las variaciones en esta técnica generan defectos y consecuentemente alteran el funcionamiento del sensor, por lo cual es fundamental formular un protocolo que defina y estandarice cada fase del procedimiento.

En este trabajo se presenta un protocolo experimental para el desarrollo de una máscara de nanoesferas de poliestireno, para crear un arreglo de nanoagujeros de oro con una distribución aleatoria sobre un sustrato de vidrio, adicionalmente se describen estrategias para reducir los defectos de fabricación. El diámetro de los nanoagujeros es de ~100 nm y una profundidad de ~20 nm, separados a una distancia centro a centro de aproximadamente ~110 nm. Finalmente, se busca contribuir en el proceso de desarrollo tecnológico en el área de sensores ópticos para bioaplicaciones.

**Palabras Clave** - biosensor, nanoagujeros de Au, litografía coloidal, LSPR, nanofabricación.

**Agradecimientos** – Agradecemos el apoyo financiero del Instituto Politécnico Nacional (IPN - México) y del proyecto científico SIP. 20230952.



# Detección de las interleucinas IL-6 e IL-10 mediante biosensores basados en interferómetros de fibra óptica tipo Mach-Zehnder en diferentes etapas de la isquemia cerebral

Karina González León<sup>1\*</sup>, Georgina Beltrán Pérez<sup>1</sup>, Raúl Delgado Macuil<sup>2</sup>, Juan Castillo Mixcoat<sup>1</sup>, Severino Muñoz Aguirre<sup>1</sup>, Marcos García Juárez<sup>3</sup>, Omar Montes Narvaez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

\*karina.gonzalezleon@viep.com.mx

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tlaxcala, México.

<sup>3</sup>[Centro de Investigación en Reproducción Animal](#), Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México.

La isquemia cerebral es una condición donde el cerebro sufre de falta de oxígeno en alguna área del cerebro. Provocando muerte celular en estructuras cerebrales involucradas en las funciones cognitivas. Actualmente, la cascada isquémica no es monitoreada a nivel hospitalario en pacientes, sin embargo, existe evidencia sobre técnicas de determinación de los bioindicadores del proceso isquémico a nivel experimental, aunque estas detecciones se realizan en tiempos posteriores al evento; por lo cual, proponer una metodología experimental basada en el desarrollo de biosensores en fibras ópticas para la determinación de dos de los principales indicadores proinflamatoria y antiinflamatoria como es el caso de las interleucinas IL-6 y la IL-10, sería de gran ayuda para el monitoreo en diferentes etapas de la isquemia cerebral. Para ello en este trabajo se desarrollaron biosensores ópticos basados en interferómetros de fibra óptica, tipo Mach-Zehnder, formado con un par de rejillas de período largo en fibras ópticas colocadas en cascada. El elemento de reconocimiento biológico fue un anticuerpo policlonal (Anti-IL-6 y Anti-IL-10), lo que nos permitió detectar IL-6 e IL-10, respectivamente, con una alta especificidad. Los biosensores desarrollados detectaron las proteínas en el plasma sanguíneo, expresado a diferentes tiempos del proceso isquémico. La homogeneidad estructural de los biosensores, en cada etapa del ensamblaje, se realizó por espectroscopia infrarroja, mientras que la homogeneidad morfológica se observó mediante microscopía óptica. Finalmente, las caracterizaciones de las detecciones de las IL-6 e IL-10 se realizaron mediante las mediciones de las señales de transmisión a la salida de los biosensores.

**Palabras Clave** – Biosensores ópticos, interferómetro de fibra de Mach-Zehnder, detección de interleucinas, autoensamblaje, elemento de reconocimiento biológico.

**Agradecimientos** - Los autores agradecen el apoyo otorgado por Conacyt con la beca de doctorado 954680. Y a la SIP-IPN 20230938.



# Caracterización de Grafeno con grupos sulfonilo para su aplicación en un biosensor

Jiménez-Gallegos Rodrigo<sup>1</sup>, Gómez-Aguilar Ramón<sup>2</sup>, Guzmán-Aguilar Charbel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, Ciudad de México, México, correo electrónico: lguzmana1901@alumno.ipn.mx

<sup>2</sup>Escuela Superior de Física y Matemáticas, Ciudad de México, México.

Un biosensor puede definirse como un dispositivo analítico que incluye un elemento biológico, asociado a un transductor fisicoquímico, que cuando esta presentede un analito genera una señal eléctrica. Estos sensores tienen buena sensibilidad, rápida respuesta, simplicidad para la automatización y bajo costo. Las superficies de óxido de grafeno y óxido de grafeno reducido tienen muchos en grupos funcionales comprenden oxígeno, como grupos carbonilo y oxidrilo, lo que transforma al grafeno en base ideal para atrapar biomoléculas que también son ricas en grupos funcionales. La mayoría de las biomoléculas tienen grupos amino que pueden crear enlaces con grupos carboxilo en la superficie del grafeno funcionalizado atrapando biomoléculas al nanomaterial. Además, el grafeno por ser no polar favorece la unión a través de enlaces no covalentes de biomoléculas a la superficie del material. El objetivo de este estudio es dar una visión general de la funcionalización de grafeno para su aplicación como base en un biosensor para la detección de glucosa, en este proyecto se usó grafeno reducido, dos solventes (metanol y agua respectivamente) y ácido sulfúrico para realizar la sulfonación. La reacción se llevó a cabo en un equipo de ultrasonificación y después se realizaron lavados para disminuir la concentración del ácido, el siguiente paso fue secar las muestras y analizar por Raman, Microscopía Electrónica de Barrido, FTIR y se realizaron algunas pruebas midiendo la resistencia eléctrica con glucosa y glucosa oxidasa para la aplicación en el biosensor detector de glucosa. En los espectros se obtuvieron exitosamente los picos que corresponden al grupo sulfato y en las medidas de resistencia que se llevaron a cabo por el método de 4 puntas se obtuvieron bajas resistividades de 1777 ohm-cm de grafeno sulfonado/agua con glucosa oxidasa-glucosa, 436 ohm-cm de grafeno sulfonado/agua con glucosa oxidasa, 571 ohm-cm del grafeno sulfonado/agua esto muestra que a menor resistividad, mejor lectura y mayor conductividad que demuestran buenos resultados para la aplicación en un biosensor. Este trabajo destaca por el hecho de usar grafeno reducido, sulfonandolo y formando enlaces con las moléculas de glucosa sin ninguna sustancia que favorezca las interacciones atractivas entre las moléculas.

**Palabras Clave** – Grafeno, Biosensor, Funcionalización, nanomaterial

**Agradecimientos** – Se le agradece el financiamiento del proyecto al Instituto Politécnico Nacional Unidad Zacatenco y al Centro de Investigaciones y Desarrollo de Nanomateriales S.A de C.V.



# Desarrollo de un sensor optoelectrónico para la detección rápida de bacterias fitopatógenas

Mariela Morelos Pacheco<sup>1</sup>, Luis Jonatan Olivares Peralta<sup>1</sup>, Arrellano Alcántara Marco Alonso<sup>1</sup>, Belén Chávez Ramírez<sup>1</sup>, José Silvestre Mendoza Figueroa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Protección Vegetal, Departamento de Microbiología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional-IPN, CDMX, México, mariel.jmmp@gmail.com.

Se propone la fabricación de un biosensor nanoestructurado para el diagnóstico rápido y sensible de bacterias fitopatógenas mediante la detección de compuestos volátiles como aldehídos y cetonas producidos por dichos microorganismos. El biosensor se construye utilizando diferentes tipos de nanopartículas de oro (nano varillas de diferente tamaño, nano huesos, nano esferas y nano cohetes), las cuáles son embebidas en una matriz polimérica junto con los reactivos necesarios para revelar la presencia de los compuestos volátiles producidos por las bacterias de interés. En presencia de alguno de estos metabolitos volátiles, se lleva a cabo la reducción de plata presente en el medio de reacción y su posterior deposición sobre la nanopartícula, dependiendo de la concentración y potencial redox del aldehído o cetona, modificará el plasmón original de la nanopartícula produciendo un cambio colorimétrico evidente al ojo. Con el fin de evidenciar y asegurar dicho cambio, el sensor se acopla a un análisis electrónico de color usando un algoritmo desarrollado en MATLAB para obtener un valor numérico de color RGB y posteriormente una diferencia de color respecto al medio de cultivo donde se encuentran los microorganismos, con dicho valor diferencial de RGB, se realiza un análisis quimiométrico que permite la diferenciación de las especies bacterianas mediante análisis multivariante. Se han realizado ensayos de estandarización del sensor y se ha observado una respuesta de fácil detección visual a partir de los 30 minutos en la diferenciación entre dos especies del género *Xanthomonas*, *Pseudomonas*, *Pantoea*, *Clavibacter* y *Ralstonia* pudiendo diferenciar hasta nivel especie.

**Palabras Clave** - nanoestructurado, optoelectrónico, bacterias fitopatógenas, nanopartículas, plasmón.





# Desarrollo de un dispositivo microfluídico tipo *organ-on-a-chip*

Mitzi P. Pérez-Calixto<sup>1</sup>, Alyssa Shapiro<sup>1</sup>, Daniel Pérez-Calixto<sup>1,2</sup>, Mathieu Hautefeuille<sup>1</sup>, Marina Macias-Silva<sup>3</sup>, Genaro Vazquez-Victorio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, UNAM, CDMX, México, mitzi.pc07@gmail.com.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN), CDMX, México

<sup>3</sup>Instituto de Fisiología Celular, UNAM, CDMX, México

Un *organ-on-a-chip*, o órgano en un chip, es un dispositivo microfluídico que está formado por cámaras de escala micrométrica que están continuamente perfundidas y recapitulan el microambiente funcional de un órgano. En este trabajo, se diseñó y fabricó un dispositivo de tipo órgano en un chip de hígado. Tomando en cuenta las características fisicoquímicas de un lobulillo hepático se realizó la simulación del dispositivo microfluídico mediante el análisis de elemento finito utilizando el software Comsol Multiphysics®. Posteriormente, el dispositivo fue fabricado mediante el uso de resinas fotopolimerizables por el método de dos fotones (Professional photonics GT, Nanoscribe) y replicado en polidimetilxilosano. Para permitir una correcta conjugación con proteína de matriz extracelular, la superficie fue funcionalizada con sulfo-SANPAH/UV/O<sub>3</sub> y caracterizada fisicoquímicamente por espectroscopia fotoelectrónica de rayos X y ángulo de contacto, obteniendo la mejor adherencia de las células con la mezcla colágena y fibronectina. También se caracterizó el flujo dentro del chip mediante un montaje con bomba peristáltica. Las células cultivadas presentaron un alto porcentaje de viabilidad en condiciones estáticas y con flujo. Adicionalmente, se obtuvo la fabricación del dispositivo de dos canales para el cultivo de los hepatocitos. Finalmente, la caracterización fisicoquímica y biológica demostró que el dispositivo microfluídico puede recapitular las condiciones de adhesión y flujo necesarias para las células endoteliales de hígado, por lo que es una herramienta útil para uso en investigación como modelo in vitro tipo *organ-on-a-chip*.

**Palabras Clave** – *organ-on-a-chip*, LSEC, ángulo de contacto, elemento finito & flujo laminar.

**Agradecimientos** – A Conacyt 304023 PAPIIT IN219721 por el financiamiento otorgado para la realización del trabajo.



## Biosensores: un análisis cuantitativo

Nadia Castillo-Camarena, Luis Roberto Vega-González, Iris Josefina Hernández-Jardines

Secretaría de Vinculación y Gestión Tecnológica, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, México, [nadia.castillo@icat.unam.mx](mailto:nadia.castillo@icat.unam.mx).

Se presenta el resultado de un análisis cuantitativo, que incluye una revisión bibliométrica y de patentes, que permiten obtener información exploratoria y descriptiva, del tema de conocimiento biosensores. El trabajo muestra los resultados de la búsqueda en la base de datos académica Scopus, Espacenet, IMPI y PatentInspiration. Se extrajeron y analizaron los datos de las distintas fuentes de información. En la búsqueda de patentes, realizada el 14 de abril de 2023, se identificaron cinco tipos de biosensores que se están patentando: *biosensors*, *nanobiosensors*, *enzyme biosensores*, *immunosensors* y *microbial biosensores*. Notamos el rol estratégico que tienen las empresas en el desarrollo y protección de la tecnología a nivel mundial. Se presentan las instituciones relevantes para el tema, así como los autores, publicaciones y países que están trabajando en biosensores, entre otra información. La consulta en la base de datos Scopus, en el campo *Article title, Abstract, keywords* para la palabra clave *biosensor\** se obtienen documentos 17,056 documentos para el periodo 1970 a 2021. La dinámica de las publicaciones muestra un campo de estudio en crecimiento en 27 áreas de conocimiento. La socialización del conocimiento sobre biosensores se realiza principalmente en artículos, publicados en 156 fuentes de información distintas. 159 autores de 159 países en 160 instituciones han trabajado y socializado su investigación sobre el tema. El trabajo con el mayor número de citas al 4 de mayo de 2023 cuenta con 5,555 citas y fue publicado en la revista Science en 2001.

**Palabras Clave** - *biosensor*, *cuantimetría*, *análisis bibliométrico*, *análisis de patentes*,

**Agradecimientos** – Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología.



# Técnicas de monitoreo óptico de una película delgada de sangre durante el proceso de coagulación

N. E. Álvarez-Chávez<sup>1</sup>, A. Acevedo-Barrera<sup>2</sup>, R. Marqués-Islas<sup>3</sup>, A. Pérez-Pachecho<sup>3</sup>, A. García-Valenzuela<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT), UNAM, CDMX, México, naddalvarez@gmail.com.

<sup>2</sup>Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM, CDMX, México.

<sup>3</sup>Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico (UIDT), Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”, CDMX, México.

En este trabajo se describen dos técnicas complementarias para analizar ópticamente la coagulación de la sangre. La primera técnica obtiene una imagen de la luz reflejada por una película delgada de sangre completa en una configuración de reflexión interna para determinar su índice de refracción efectivo a partir de la posición de los ángulos críticos observados. La segunda técnica utiliza el patrón de esparcimiento producido por una monocapa de eritrocitos (células sanguíneas), al hacerles incidir un haz de luz con una longitud de onda determinada. En ambos casos se comparan los resultados experimentales con un modelo teórico que considera la morfología y tamaño de los eritrocitos, así como el índice de refracción dentro y fuera de estos, además de la absorción por parte de las moléculas de hemoglobina en su interior.

Para describir y analizar estas dos técnicas se desarrolló un modelo matemático basado en la Aproximación de Difracción Anómala (ADA). Los datos obtenidos se analizan con un código en MATLAB, el cual permite ajustar el valor promedio de los parámetros antes mencionados. Los resultados de este proyecto resultan prometedores en el área clínica, como apoyo en el prediagnóstico médico de enfermedades asociadas a la coagulación de la sangre, pudiéndose extender el estudio a otro tipo de células.

**Palabras Clave** - Eritrocitos, Coagulación, Reflectividad óptica, Patrón de esparcimiento, Aproximación de Difracción Anómala.

**Agradecimientos** – Los autores agradecen el apoyo otorgado a la Universidad Nacional Autónoma de México, a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) con número IN101821.



# Determinación de biomarcadores neuro-inflamatorios en modelo de isquemia cerebral global en rata mediante biosensores ópticos

Omar Montes Narváez<sup>1</sup>, Marcos García Jurárez<sup>1</sup>, Raúl Jacobo Delgado Macuil<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Reproducción Animal, UAT-CINVESTAV, Plaza Hidalgo Ote., Cuarto Barrio, Panotla, Tlaxcala C.P. 90140, México. omar.montes.narvaez@gmail.com

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, CIBA-IPN. Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700 México.

Los accidentes cerebrovasculares son la principal causa de incapacidad permanente y la segunda patología con mayor mortalidad a nivel mundial, la isquemia cerebral es la forma más frecuente representado hasta un 85% del total de casos, estos episodios se caracterizan por una interrupción del flujo sanguíneo al cerebro generando neuro-inflamación y muerte neuronal. La modulación farmacológica de biomarcadores neuro-inflamatorios como las interleucinas, así como su detección, es de prioridad en la práctica clínica; sin embargo, las técnicas actuales presentan ciertas desventajas como la baja especificidad, tiempos largos de detección y grandes volúmenes muestrales. En el presente estudio proponemos el desarrollo de biosensores ópticos basados en silicio cristalino para la detección específica de dos biomarcadores neuro-inflamatorios (Interleucina 6 e Interleucina10) en suero de ratas con isquemia cerebral global. Se utilizaron ratas macho de la cepa Sprague Dawley divididas en grupos; Control, Isquémicos sin tratamiento e Isquémicos con tratamiento farmacológico con Benzoato de Estradiol a dosis única de 4mg/kg. Se obtuvo su plasma sanguíneo a distintos horarios post-isquemia, mismo que fue puesto a interactuar con los biosensores en cuya superficie se inmovilizaron covalentemente anticuerpos de IL-6 e IL-10 para lograr la especificidad de estas dos proteínas. Todas las etapas de ensamblado del biosensor y la detección fueron caracterizadas por espectroscopía de micro-infrarrojo. Nuestros resultados parciales muestran una discriminación de los datos en las concentraciones de estas dos interleucinas en las distintas horas post-isquemia atribuibles al tratamiento neuroprotector estrogénico. Esta nueva metodología permite detectar moléculas de interés fisisio-patológico de forma rápida y específica.

**Palabras Clave** – biosensores, isquemia cerebral, interleucinas, neuro-inflamación, detección específica.

**Agradecimientos** – A CONACyT proyecto CF-2023-G-289 y por la beca de posgrado a OMN (CVU 930329).



# Desarrollo de un control de temperatura para un biosensor de onda acústica superficial



Oscar Marin Guerrero Tovar<sup>1</sup>, Alonso Fernández García<sup>1</sup>, Verónica Iraís Solis-Tinoco<sup>2</sup>, Marco Antonio Ramírez-Salinas<sup>2\*</sup>, Miguel Ángel Alemán Arce<sup>2\*</sup>, Juan Carlos Sánchez García<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica – Instituto Politécnico Nacional (ESIME-IPN), 04440, Ciudad de México, México. oguerrerot1400@alumno.ipn.mx.

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Computación – Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPN), 07738, Ciudad de México, México.

Los dispositivos de Onda Acústica Superficial (SAW), han presentado importantes contribuciones y versatilidad en el área de biosensores y medicina, siendo ampliamente utilizados en aplicaciones como la detección de bacterias patógenas, así como el estudio de la localización de focos epilépticos a través de las variaciones de la señal de temperatura en diferentes zonas del cerebro. Sin embargo, debido a la naturaleza de los SAW, existen aplicaciones donde la susceptibilidad a la temperatura puede ser perjudiciales y afectar directamente en la estabilidad de la señal, en el desfase de onda ( $\Phi_A$ ) y frecuencia, por ejemplo, en un dispositivo SAW, en configuración de línea de retardo (T), donde la velocidad de propagación ( $v$ ) de las ondas en el cristal piezoeléctrico y la distancia entre puertos (l) actúan en conjunto modificando el comportamiento del sensor. Una manera de estudiar este tipo de efectos es a través de un controlador de temperatura el cual podría aportar a la fidelización de la señal, así como la emulación para casos particulares donde los cambios de temperatura influyen directamente en el sistema. Debido a lo anterior, en este trabajo se presenta el desarrollo e implementación de un controlador de temperatura formado por resistencias eléctricas ligadas a un disipador de calor. Este controlador es capaz de entregar temperaturas en el rango de 25 °C hasta 160 °C. Con una estabilidad de  $\pm 1^\circ$  C siendo adaptable en el diseño de un SAW. Esta instrumentación está dirigida a contribuir al desarrollo de tecnologías futuras más robustas, seguras y confiables.

**Palabras Clave** - Biosensor, SAW, Temperatura, Instrumentación

**Agradecimientos** –Agradecemos el apoyo financiero del Instituto Politécnico Nacional (IPN-México), a través del proyecto científico SIP 20230389. Y al programa de becas, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt, A230166, A210887).

Alonso Fernández García (A210887) agradece al programa de becas, Beca de Estímulo Institucional de Formación de Investigadores del IPN (BEIFI-IPN).



# Simulación numérica 2D de un chip de microfluídica para la creación de microgotas

Pedro de Jesús Osorio-León<sup>1</sup>, Tamara Jennifer Crisóstomo-Rodríguez<sup>1</sup>, Miguel Ángel Alemán-Arce<sup>2</sup>, Verónica Iraís Solís-Tinoco<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas UPIITA-IPN. Ingeniería Biónica. Ciudad de México 07340, México. [posorio1900@alumno.ipn.mx](mailto:posorio1900@alumno.ipn.mx)

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Microtecnología y Sistemas Embebidos. Ciudad de México 07738, México. [irais.solis@cic.ipn.mx](mailto:irais.solis@cic.ipn.mx)

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 04510, México. [irais.solis@icat.unam.mx](mailto:irais.solis@icat.unam.mx)

La microfluídica es una rama ingenieril y científica encargada del diseño, fabricación y manipulación de sistemas a micro y nano escala que involucran el transporte y análisis de fluidos, demostrando tener potencial en numerosas áreas químicas, biológicas, incluido el desarrollo de biosensores lab on a chip. Los chips de microfluídica manipulan fluidos, generando microgotas y aprovechando volúmenes reducidos de muestras, además de reacciones químicas y procesos de separación, ventajas aplicadas al desarrollo de biosensores. Previo a la construcción de un chip, se requieren simulaciones numéricas para comprender su funcionamiento, asegurando el éxito de trabajar con dimensiones y materiales adecuados para su fabricación y aplicación. COMSOL Multiphysics es un software que permite estudiar este tipo de modelos, sin embargo, su interfaz no es sencilla de utilizar, representando un desafío para realizar simulaciones de sistemas tan complejos como lo son los sistemas de microgotas.

Este trabajo presenta el desarrollo de simulaciones numéricas 2D realizadas en COMSOL Multiphysics para analizar la influencia del material, geometría, viscosidad, presión, y velocidad de inyección, de un chip de microfluídica, con la finalidad de analizar y controlar la formación de microgotas. El microchip es formado por canales rectangulares con alturas y anchos entre 150  $\mu\text{m}$  a 300  $\mu\text{m}$ , con configuración "T", permitiendo la interacción entre dos fluidos inmiscibles, aceite y agua. Los resultados de las simulaciones impactan en su diseño y futura construcción física, así como su integración con transductores ópticos y/o mecánicos.

**Palabras Clave** - COMSOL MULTIPHYSICS, simulación 2D, microfluídica, microgotas, biosensor.

**Agradecimientos** - Los autores agradecen el apoyo financiero otorgado por el Instituto Politécnico Nacional (IPN-México) y al proyecto científico SIP. 20230952. Pedro de Jesús Osorio León (Boleta-2020360979) y Tamara Jennifer Crisóstomo Rodríguez (ID-151) agradecen al programa de becas, Beca de Estímulo Institucional de Formación de Investigadores del IPN (BEIFI-IPN).



# Desarrollo de un sensor OFET para cuerpos cetónicos en un modelo murino de síndrome metabólico con ayuno intermitente

Pérez Cabeza de Vaca R<sup>1</sup>, García N<sup>1</sup>, García Rivas G de J<sup>1</sup>, Valdez-Bello IA<sup>1</sup>, Sunhendler A<sup>2</sup>, Lessard B<sup>2\*</sup>, Lozano García O<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico de Monterrey, The Institute for Obesity Research, Monterrey, Nuevo León, México. 2. Department of Chemical and Biological Engineering, University of Ottawa, Ottawa, Canada; \*benoit.lessard@uottawa.ca; \*omar.lozano@tec.mx.

En esquemas de ayuno intermitente o dietas cetónicas se induce la deficiencia de glucosa y aumento de cetogénesis en hígado de acetoacetato (AcAc) y el 3-β-hidroxibutirato (BHB). En ratones los niveles posprandiales de BHB son  $0.091 \pm 0.046$  mM, aumentando hasta  $4.27 \pm 0.61$  mM con 48h de ayuno. Nuestro objetivo es el desarrollo de sensores basados en transistores orgánicos de capa fina (OFET) para la identificación de AcAc y BHB. Se trata de un modelo de dos fases: Fase 1: 10 ratones C57BL6 (30g) machos en ayuno de 0, 4, 8 y 12h. Fase 2: Grupo Control vs Ayuno diario de 8h por 5 semanas. Se obtuvo plasma, hígado y cerebro, se midió BHB por fluorometría (kit Abcam®: ab180876). El pico máximo de BHB plasmático ( $2.28 \pm 0.939$  mM) es a las 8h de ayuno. En hígado (Control =  $36.5 \pm 3.09$  μM/g) vs (Ayuno =  $44.5 \pm 2.127$  μM/g);  $p=0.312$ ; y cerebro (Control =  $52.95 \pm 1.829$  μM/g) vs (Ayuno =  $47.46 \pm 2.321$  μM/g de tejido);  $p=0.118$  por la cetogénesis inducida. En lo referente al biosensor, se realizó espectroelectroquímica para las interacciones entre el semiconductor, el sensibilizador y AcAc y BHB. Se encontró que el diclorhidrato ácido 5-yodo-2-hidrazinobenzoico en combinación con ftalocianinas libres de metales permite diferenciar BHB de AcAc. Los niveles máximos de BHB plasmático se alcanzan a las 8h, acompañado de cetogénesis hepática. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los OFET, los cuales son menos costosos y aprovechan las propiedades electroquímicas del BHB y demuestran una plataforma de sensor potencial.

**Palabras clave:** ayuno, biosensores, BHB, cetogénesis.

**Agradecimientos** – uOttawa and ITESM, Ottawa-ITESM Joint Seed Grant projects 2021-2023 and IOR, ITESM.



# Estudio de un biosensor para la detección de líneas celulares de cáncer cervical mediante ATR-FTIR

Ricardo Zamudio Cañas<sup>1</sup>, Valentín López Gayou<sup>1</sup>, María Eugenia Jaramillo Flores<sup>2</sup>, Verónica Vallejo Ruiz<sup>3</sup>, Orlando Zaca Morán<sup>1</sup>, Raúl Jacobo Delgado Macuil<sup>1</sup>, Marlon Rojas López<sup>1</sup>, Abdu Orduña Diaz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Biotecnología Aplica (CIBA-IPN), Tlaxcala, México, valgayou@hotmail.com

<sup>2</sup>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-IPN), Ciudad de México, México

<sup>3</sup>Centro de Investigación Biomédica de Oriente (CIBIOR-IMSS), Metepec, México

Las herramientas de tamizaje para la detección temprana de cáncer cervical muestran una baja sensibilidad y especificidad en etapas tempranas debido al tipo de análisis, el cual se enfoca en la observación de los cambios morfológicos que ocurren en las células, por lo tanto, es necesario el estudio de moléculas que modifiquen su expresión en estas etapas y permitan la identificación de estas, tal es el caso del ácido siálico. Por este motivo, en el presente estudio diseñamos un biosensor de tipo óptico mediante la conjugación de nanopartículas de oro (AuNPs) y una lectina. Posteriormente se aplicaron los biosensores en líneas celulares de cáncer cervical (SiHa, HeLa y C33A) y se utilizó el cultivo primario de fibroblastos como muestra sana. La interacción se analizó mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier en modalidad ATR (FTIR-ATR) y a los resultados se les aplicó un análisis de componentes principales (ACP). Observamos que la interacción de los biosensores con el ácido siálico permite diferenciar entre las células sanas y malignas de manera eficiente. Los resultados obtenidos permitirán dirigir la propuesta hacia el estudio de muestras clínicas para establecer la sensibilidad y especificidad de este nuevo dispositivo, esto con el fin de mejorar los diagnósticos de las pacientes.

**Palabras Clave** – *Biosensores, cáncer cervical, lectinas, FTIR, Análisis multivariado.*

**Agradecimientos** – Los autores agradecen el apoyo otorgado por la SIP-20226941 y la beca de doctorado otorgada por CONACyT.



# Optimización de técnicas electroquímicas aplicadas a biosensores para detección de marcadores en saliva

Hemalatha Kanniyappan<sup>1</sup>, Haritha George<sup>2</sup>, Karunanidhi Meenal<sup>1</sup>, Mathew T. Mathew<sup>1</sup>, Sandra E. Rodil<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Restorative Dentistry, College of Dentistry, UIC, Chicago, USA.

<sup>2</sup>Department of Biomedical Engineering, University of Illinois at Chicago, IL, USA

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, México, [srodil@unam.mx](mailto:srodil@unam.mx)

La detección de periodontitis y cáncer oral a través de biomarcadores salivales es una estrategia no invasiva prometedora. La predicción temprana es altamente deseable; Además, el uso de biomarcadores salivales mínimamente invasivos proporcionará un paradigma para el tratamiento de la periodontitis en la clínica dental. ELISA es el método estándar para la detección proteómica; sin embargo, la sensibilidad es baja, por debajo de microgramos/ml. Por lo tanto, el desarrollo de biosensores con alta sensibilidad, especificidad, selectividad y compatibilidad será más eficiente para el diagnóstico y seguimiento de pacientes. En esta primera parte del trabajo se compararon diferentes técnicas electroquímicas para la detección de una metaloproteinasa (MMP9) identificada como marcador en saliva de enfermedad periodontal y de cáncer oral. Microelectrodos de oro funcionalizados con el antígeno apropiado fueron utilizados para evaluar concentraciones clave de MMP9 en saliva artificial utilizando espectroscopia de impedancias (EIS), voltamperometría cíclica (CV), voltamperometría diferencial (DPV) y voltamperometría de onda cuadrada (SWCV).

A partir de modelar los espectros de EIS, se observaron cambios en la impedancia y la capacitancia del sistema, que aún no se ha logrado validar con las otras técnicas electroquímicas. Al aumentar la concentración del MMP9 en la saliva artificial, se observaron cambios lineales en la capacitancia y la impedancia hasta una concentración de 250 ng/ml y a valores mayores, la capacitancia disminuye. El área bajo la curva de las CVs mostró un incremento en toda la ventana de concentraciones de MMP9 (150-300 ng/mL)

**Palabras Clave** – *Saliva, Electroquímica, Impedancia, Voltamperometría.*

**Agradecimientos** – por el financiamiento UIC-UNAM Collaborative grant y el apoyo de ambas instituciones para la realización del trabajo.



# Estudio de la interacción a nanoescala de la inmovilización de anticuerpos anti-*E.coli* sobre 1DZnO para su aplicación en biosensores ópticos

Rafael A. Salinas<sup>1</sup>, Andrés Galdámez-Martínez<sup>1</sup>, Shirley E. Martínez Tolibia<sup>1</sup>, Claudia Garduño<sup>2</sup>, Abdú Orduña<sup>2</sup>, Carlos Ramos<sup>1</sup>, Guillermo Santana<sup>1</sup>, Ateet Dutt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones en Materiales – Universidad Nacional Autónoma de México (IIM-UNAM), Ciudad de México, México, shirley.martoli@gmail.com

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional, (CIBA-IPN), Tlaxcala, México.

El desarrollo de plataformas biosensoras que ofrezcan respuestas de detección robustas y sensibilidad a bajas concentraciones es actualmente de gran interés. Para el caso de inmunosensores, existen pocos trabajos centrados en la comprensión de los mecanismos de inmovilización de anticuerpos sobre morfologías nanoestructuradas, los cuales podrían ser de gran importancia para incrementar las eficiencias de detección. Por esta razón, el presente trabajo reporta la síntesis de materiales nanoestructurados 1DZnO con propiedades controlables, utilizando la técnica de crecimiento en fase vapor asistida por catalizador de metal (VLS). Se emplearon diferentes estrategias de biofuncionalización (acetona/tolueno), para después inmovilizar anticuerpos anti-*Escherichia coli* enteropatógena (EPEC). Los resultados de la caracterización mostraron cambios en las propiedades ópticas y estructurales del 1DZnO que fueron correlacionados con las metodologías de biofuncionalización. El proceso de biofuncionalización fue verificado en las plataformas 1DZnO, obteniendo eficiencias de inmovilización aceptables (52%, 96% and 100%) a partir del contacto con soluciones de anticuerpo a bajas concentraciones (30  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ). La caracterización completa de la biofuncionalización involucró métodos analíticos como la cuantificación de proteína por Bradford, así como técnicas estructurales avanzadas como el micromaquinado FIB (haz de iones focalizado) y el mapeo de componentes por STEM (microscopía electrónica de efecto túnel), evaluando la fotoluminiscencia (PL) como señal de respuesta. Este estudio demuestra que la biofuncionalización sobre 1DZnO tiene lugar hasta en una única nanoestructura, lo cual representa una prueba de concepto funcional para la generación de plataformas biosensoras eficientes para la detección de bacterias patógenas, a partir de variaciones de fotoluminiscencia.

**Palabras Clave** - inmunosensores, biofuncionalización, *E. coli* enteropatógena, caracterización, eficiencia de inmovilización.

**Agradecimientos** – A DGAPA-UNAM y CONACyT por el financiamiento y apoyo institucional otorgado para la realización del trabajo.



# Un factor transcripcional involucrado en la respuesta a estrés osmótico en levaduras que actúa como sensor ambiental

Nava-Ramírez, Teresa<sup>1</sup> & Covarrubias Robles, Alejandra A<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Biotecnología, UNAM, Cuernavaca, México, [teresa.nava@ibt.unam.mx](mailto:teresa.nava@ibt.unam.mx)

<sup>2</sup>Instituto de Biotecnología, UNAM, Cuernavaca, México, [alejandra.covarrubias@ibt.unam.mx](mailto:alejandra.covarrubias@ibt.unam.mx)

Una alta proporción de factores transcripcionales (FTs) involucrados en la respuesta al estrés ambiental en *Saccharomyces cerevisiae* presentan un elevado nivel de desorden estructural, por lo que se consideran proteínas intrínsecamente desordenadas. RTG1 es uno de estos. Se predice que puede formar biocondensados por separación de fases líquido-líquido. Participa en la vía retrograda de comunicación entre organelos y ayuda a mantener la homeostasis celular en condiciones óptimas de crecimiento y en diferentes tipos de estrés. Heterodímeros RTG1-RTG3 migran del citoplasma al núcleo cuando se produce daño mitocondrial. Con la hipótesis de que las propiedades fisicoquímicas responsables de la flexibilidad estructural intrínseca de estos FTs están asociadas a su capacidad para detectar cambios en el ambiente intracelular, provocando cambios en su conformación, empleamos a RTG1 para evaluar su posible función como sensor del estrés hiperosmótico. Se fusionó con dos proteínas fluorescentes en sus extremos, se expresó en la levadura bajo un promotor inducible por galactosa, complementando el fenotipo de osmo-sensibilidad de la mutante *Artg1*. La capacidad de RTG1 para detectar cambios en el medio intracelular se evaluó determinando la señal de la transferencia de energía de resonancia de Förster (FRET) entre los dos fluoróforos. RTG1 produce FRET en presencia de altas concentraciones de NaCl, KCl y PEG4000. La eficiencia de FRET en todos estos casos resultó en una correlación positiva con el incremento en la concentración de estos compuestos. Se observa que RTG1 migra al núcleo y forma de condensados moleculares en presencia de 0.8 M de NaCl.

**Palabras Clave** – Proteínas intrínsecamente desordenadas, factores transcripcionales, RTG1, censar el ambiente, cambio conformacionales.

**Agradecimientos** – por el apoyo otorgado para la realización del trabajo por CONACyT, CONACyT\_FC-2016-2-1615, así como su apoyo con la beca Posdoctoral asignada a Teresa B. Nava-Ramírez CVU 501149.



# Detección de compuestos fenólicos mediante biosensores electroquímicos

W. I. García García<sup>1</sup>, J. Delgado-Avilez<sup>1</sup>, A. Vidal Limon<sup>2</sup>, M. Miranda-Hernández<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Energías Renovables, Priv. Xochicalco s/n Temixco, Morelos, México. C.P.62580, e-mail: mmh@ier.unam.mx

<sup>2</sup>Instituto de Ecología A.C., Carretera Antigua a Coatepec 351. Xalapa, Veracruz, México. C.P. 91073.

El uso de compuestos como el bisfenol en la industria alimentaria y envasado podría ser un problema importante de salud pública, ya que son disruptores endócrinos. Sin embargo, la regulación de uso en México no se ha logrado. Por eso es importante contar con ensayos accesibles que permitan conocer los niveles de esta sustancia en aguas residuales y así generar un plan de acción oportuno para evitar que el bisfenol llegue a concentraciones que pudieran causar un daño en la salud de la población. La combinación de enzimas oxido-reductasas y materiales de carbono resulta en una poderosa herramienta de detección debido a la sinergia entre ambos materiales, lo que da como resultado biosensores sensibles, estables y reutilizables. En este trabajo se evaluó un biosensor electroquímico con una lacasa (EC 1.10.3.2) inmovilizada sobre un electrodo modificado de carbono. El biosensor es estable más de 15 días a 4 °C; Mediante curvas de calibración con diferentes concentraciones de bisfenol A y con la técnica de adiciones al estándar se determinó un LD de 2.5 µM y un LC 9.5 µM. La actividad catalítica se evaluó en función de la temperatura y se demostró que hasta 50 °C la actividad catalítica se mantiene. Se observó que al inmovilizar la enzima se disminuyen los problemas de inactivación del electrodo, debido a que la enzima pudiera evitar la interacción entre las moléculas de bisfenol oxidado que conlleva a la formación de polímeros en la interfase, permitiendo el re-uso del biosensor. Este desarrollo es un prometedor sensor electroquímico.

**Palabras Clave** – Bisfenol A, Biosensor electroquímico, Inmovilización de Lacasa, Electrodo de carbono, Electrodo modificado

**Agradecimientos** – Los autores externan su agradecimiento al Proyecto DGAPA PAPIIT-IN104621 por el apoyo financiero otorgado para el desarrollo de esta investigación, así como a los recursos del proyecto LANCAD-UNAM-DGTIC-347 para el uso de Miztli. W. I. García García agradece la beca ConacytCVU: 585967 otorgada para la realización de estudios de doctorado



# Evaluación Biomecánica y postural de la práctica de karate durante la ejecución de la patada circular

Aguilar-Pérez, Luis Antonio<sup>1</sup>; Piña Díaz, Josué Armando<sup>2</sup>; López Castro, Alfonso Jonathan<sup>2</sup>; Torres-San-Miguel<sup>2</sup>; Christopher René<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México; Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería en Sistemas Biomédicos. C.P. 04510 Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación C.P. 07738 Ciudad de México, México.

Los deportes de contacto en general son un conjunto de técnicas de defensa personal, aunque en la actualidad se emplean mayormente dentro de competencias deportivas. Por ello es común los atletas practicantes de estas disciplinas deportivas se sometan a constantes planes de entrenamiento donde ponen a prueba sus capacidades físicas para la ejecución de una técnica en particular. A lo largo de este trabajo se desarrolló el análisis biomecánico de la patada circular de Karate-Do, mediante el estudio de cinemático del cuerpo humano utilizando herramientas de cómputo y dispositivos electrónicos de medición inercial. A partir de los resultados obtenidos, se determinaron los factores posturales más importantes a modificar durante la ejecución de la técnica de pateo circular de manera que practicantes de distintos niveles de dominio de la técnica puedan mejorar su ejecución disminuyendo su probabilidad de riesgo de lesión. Para realizar este objetivo se utilizó un dispositivo háptico embebido que permite obtener información biomecánica en tiempo real, así como de generar señales hápticas no dañinas para el usuario mediante las cuales se pueda indicar cuando realiza o no correctamente el ejercicio practicado.

