

Instituto Politécnico Nacional



Centro de Desarrollo de  
Productos Bióticos



# MEMORIAS DE LAS JORNADAS DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS EN DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS DEL CEPROBI-IPN

## B-2023

**Cintillo Legal:**

Memorias de las Jornadas del Programa de Doctorado en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos del CEPROBI-IPN, año 2, vol. 2, julio-diciembre 2023, publicación semestral, editada por el Instituto Politécnico Nacional a través del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI), Carretera Yautepec Jojutla, Km. 6, calle CEPROBI No. 8, Col. San Isidro, Yautepec, Morelos, México. C.P. 62731, ceprobi@ipn.mx Teléfonos: (735)3942020, (735)3941896, (55)57296000 Ext. 82500 <https://www.ceprobi.ipn.mx/estudiantes/memorias-jornadas-dcdpb.html> Editor responsable: Dr. Mario Rodríguez Monroy. CEPROBI. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-060913543600-102, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Subdirección Académica y de Investigación de CEPROBI, Dra. Perla Osorio Díaz, Carretera Yautepec-Jojutla, Km. 6, calle CEPROBI No. 8, Col. San Isidro, Yautepec, Morelos, México. C.P. 62731, Apartado Postal 24, fecha de la última modificación 22 de diciembre de 2023.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos de la publicación sin previa autorización del IPN.

## **Comité Organizador**

Dr. Mario Rodríguez Monroy, Coordinador del Programa  
Dra. Alma Angélica Del Villar Martínez  
Dra. Zormy Nacary Correa Pachecho

### Comité Editorial

Dra. Rosalía América González Soto  
Dra. Alma Leticia Martínez Ayala  
Dra. Perla Osorio Díaz  
Dr. Mario Rodríguez Monroy  
Dra. Elizabeth Rubio Rodríguez  
Dra. Gabriela Trejo Tapia

### Comité Técnico

Ing. Roberto Selvas Mejía  
Lic. Luis Michel Sánchez García

# **Cuerpo Académico del Programa Doctorado en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos**

**Sistema Nacional de Posgrado del CONAHCYT 0221**

## **Profesores Colegiados**

Dra. Edith Agama Acevedo  
Dra. Martha Lucia Arenas Ocampo  
Dra. Silvia Bautista Baños  
Dr. Luis Arturo Bello Pérez  
Dra. Alma Angélica Del Villar Martínez  
Dra. Silvia Evangelista Lozano  
Dra. Rosalía América González Soto  
Dr. Antonio Ruperto Jiménez Aparicio  
Dra. Alma Leticia Martínez Ayala  
Dra. Perla Osorio Díaz  
Dr. Mario Rodríguez Monroy  
Dr. Javier Solorza Feria  
Dra. Gabriela Trejo Tapia

## **Profesor de Asignatura**

Dra. Zormy Nacary Correa Pacheco

## **Profesores Visitantes**

Dra. Sandra Victoria Ávila Reyes  
Dr. Tomy José Gutiérrez Carmona  
Dr. Omar Patiño Rodríguez  
Dra. Aida Araceli Rodríguez Hernández  
Dr. Jordi Saldo Periago  
Dr. Juscelino Tovar Rodríguez  
Dra. Rosa Isela Ventura Aguilar

## Estudiantes del Seminario I (Clave 02B4219)

1. Joanna Santos Ramón  
Evaluación del efecto neuroprotector de los frutos de *Opuntia matudae* Sheivar en un modelo de neuropatía diabética periférica
2. Andrea Mendoza Juárez  
Diseño, caracterización y evaluación de empaques biodegradables nanoestructurados en productos agrícolas mínimamente procesados
3. Jaqueline Molina Cabrera  
Evaluación del efecto antihiperalgésico y antialodínico del extracto metanólico de *Rhus virens* Lindh. ex A. Gray en un modelo de dolor neuropático inducido por paclitaxel en rata
4. Mayra Karina Zagal Balderas  
Efecto protector de *Argemone mexicana* en un modelo de Lupus Eritematoso Sistémico en ratones BALB/c
5. Marcos Córdova De la Cruz  
Actividad cicatrizante y analgésica de una fracción estandarizada de *Oenothera rosea* L'Hér. ex Aiton en combinación con vitamina C

## Estudiantes del Seminario III (Clave: 02B4221)

1. Germán Rafael Moreno-León  
Uso de biomasa de kefir fermentadas con fructanos para elaborar biopelículas
2. Diego Helman Zapata Sarmiento  
Tolerancia a metales pesados y actividad de las enzimas catalasas y peroxidases de *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma longibrachiatum*
3. Liliana Kelly Vigil Cuate  
Prevención de diarrea asociada a antibióticos administrando gomitas simbióticas de agavinas y *Saccharomyces boulardii* en ratas prepuberales
4. Mónica Cortés Higadera  
Detección de *Salmonella Typhimurium* en frutos de papaya mediante un transductor piezoeléctrico utilizando bacteriófagos como bioreceptores

# SEMINARIO I

## Evaluación del efecto neuroprotector de los frutos de *Opuntia matudae* Scheivar en un modelo de neuropatía diabética periférica

Joanna Ramón Santos, Dra. Rosa Mariana Montiel Ruiz y Dr. Antonio Ruperto Jiménez Aparicio  
jramonsb005@alumno.ipn.mx

La neuropatía diabética periférica (NDP) es el daño ocasionado a los nervios por enfermedades como la diabetes, afectando principalmente las extremidades. En México no hay estadísticas sobre la NDP, pero de acuerdo con estadísticas internacionales y estudios en diferentes estados, se deduce que del 7 al 8% de la población padece este problema. La NDP ocurre a causa de la hiperglucemia junto con la señalización alterada de la insulina, provocando la alteración patológica de diferentes vías en las neuronas y otros. Dentro de los medicamentos aprobados están las pregabalina y duloxetina; sin embargo, llegan a presentar efectos indeseables, incluso están contraindicados en algunos pacientes. A través de los años, la importancia de los productos naturales para la salud ha incrementado, un ejemplo es *Opuntia matudae*, especie vegetal utilizada en la medicina tradicional mexicana para distintas patologías, entre ellas diabetes. Además, debido a la diversidad de metabolitos secundarios presentes, podría ayudar en el tratamiento de la NDP. Sin embargo, hasta este momento no se han hecho suficientes investigaciones que permitan identificar sus propiedades biológicas. Debido a que existe una gran necesidad de buscar nuevas alternativas farmacológicas, en este trabajo se propone evaluar el efecto neuroprotector de los frutos de *O. matudae* Scheinvar en un modelo de neuropatía diabética periférica en rata y caracterizar fitoquímicamente. Para lograrlo, se coleccionarán los frutos de la especie y se obtendrán los extractos, posteriormente se inducirá la diabetes con estreptozotocina para la evaluación de hiperalgesia y alodinia mecánica utilizando filamentos de von Frey. Además, se cuantificará la peroxidación lipídica, carbonilación proteica y la actividad del superóxido dismutasa en la médula espinal y nervio ciático mediante la reacción de grupos carbonilo. Por último, se determinarán los marcadores moleculares de daño al nervio COX-2 y ATF3 por el método de Bradford y electroforesis.

# Diseño, caracterización y evaluación de empaques biodegradables nanoestructurados en productos agrícolas mínimamente procesados

Andrea Mendoza Juárez, Dra. Zormy Nacary Correa Pacheco y Dra. Silvia Bautista Baños  
amendozaj1200@alumno.ipn.mx

Las frutas y hortalizas son fuente importante de fibras, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos que previenen enfermedades crónicas, cardiovasculares e incluso neurodegenerativas, entre otras. Por otro lado, los productos agrícolas mínimamente procesados (PAMP) o de IV gama ofrecen frutas y hortalizas listas para comer, las cuales previamente se lavaron, desinfectaron, cortaron y empacaron. Actualmente, los PAMP atienden las necesidades de una sociedad que tiene un ritmo de vida acelerado, pero que reconoce el valor nutricional de las frutas y hortalizas. El uso de empaques para la conservación de los PAMP es muy necesario; sin embargo, para su elaboración comúnmente se utilizan polímeros sintéticos derivados del petróleo (polietilenos y polipropilenos), los cuales, a pesar de sus ventajas de manejo y costo, han generado un impacto indeseable en el medioambiente por la acumulación de residuos y también daños a la salud. Para desarrollar empaques amigables con el medio ambiente es necesario considerar matrices poliméricas biodegradables, que incluyan materiales como el quitosano (Q) y el alcohol polivinílico (PVA). Ambos polímeros se han utilizado previamente en la protección de alimentos. Por otro lado, también se busca incorporar aditivos naturales como aceites esenciales (AE) como los del género Citrus (AEC) i.e. *C. limon*, *C. aurantifolia*, *C. paradisi* etc. con propiedades antimicrobianas demostradas; sin embargo, los compuestos orgánicos volátiles de los AE se volatilizan rápidamente hacia el medio ambiente. Para superar este problema, la nanoencapsulación podría ser una alternativa para aumentar su estabilidad. En base a lo anterior, los objetivos de esta investigación doctoral serán: 1. Diseñar y caracterizar fisicoquímicamente empaques nanoestructurados con base Q//PVA/AEC, 2. Evaluar su proceso de biodegradación y 3. Establecer su importancia en el comportamiento fisiológico, microbiológico y sensorial de los PAMP durante el almacenamiento controlado.

# Evaluación del efecto antihiperalgésico y antialodínico del extracto metanólico de *Rhus virens* Lindh. ex A. Gray en un modelo de dolor neuropático inducido por paclitaxel en rata

Jaqueline Molina Cabrera, Dra. Rosa Mariana Montiel Ruiz y Dr. Antonio Ruperto Jiménez Aparicio  
jmolinac1800@alumno.ipn.mx

El dolor es el síntoma más incapacitante para el paciente oncológico. La tercera parte de pacientes con cáncer presentan neuropatía inducida por quimioterapéuticos, la cual es un efecto secundario incapacitante del tratamiento. La neuropatía periférica inducida por quimioterapia es una neuropatía tóxica que resulta de la lesión directa del sistema nervioso periférico y central por el agente quimioterapéutico. Entre los fármacos más utilizados para su tratamiento se encuentran los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), opioides y fármacos adyuvantes (antidepresivos o anticonvulsivos). Sin embargo, el uso crónico de estos fármacos puede traer efectos no deseados, tales como daño hepático, hemorragia gastrointestinal o irritación, sedación, somnolencia, entre otros. Esto hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas farmacológicas, dentro de las cuales se incluye a las plantas medicinales. *Rhus virens* Lindh. ex A. Gray, es un arbusto de la familia Anacardiaceae utilizado de manera tradicional para tratar diversas afecciones entre las cuales se encuentra el dolor. Sin embargo, a pesar de los reportes de su uso tradicional, se ha explorado muy poco de manera experimental su propiedad analgésica. Sólo existe evidencia sobre su efecto antinociceptivo y antiinflamatorio que, de acuerdo a sus resultados, sugiere a *R. virens* como un buen candidato para el tratamiento del dolor agudo, considerándose para futuros estudios sobre el dolor crónico. El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto antihiperalgésico y antialodínico de las hojas de *R. virens* en un modelo de dolor neuropático inducido por paclitaxel en rata e identificar la presencia de mediadores inflamatorios y de dolor; además, determinar su efecto sobre la sustancia P. Se utilizará el extracto metanólico de las hojas de *R. virens* obtenido en estudios previos para la determinación de su actividad sobre la neuropatía periférica inducida por paclitaxel. Para ello se utilizarán ratas (cepa Sprague-Dawley) con hiperalgésia y alodinia, inducidas con paclitaxel, el cual será administrado durante 3 días alternos, posteriormente se llevará a cabo la prueba de los filamentos de von Frey). Los animales serán tratados con dosis de 30 y 100 mg/kg del extracto, fracciones y compuestos activos desde la primera administración con paclitaxel. Posteriormente, se extraerán muestras de nervio ciático y médula espinal para cuantificar la concentración de citocinas proinflamatorias (TNF- $\alpha$ , IL-1b e IL-6), además de determinar su efecto sobre la sustancia P.



## Efecto protector de *Argemone mexicana* en un modelo de Lupus Eritematoso Sistémico en ratones BALB/c

Mayra Karina Zagal Guzmán, Dra. Maribel Lucila Herrera Ruiz y Dr. Antonio Ruperto Jiménez Aparicio  
mzagalg1800@alumno.ipn.mx

El Lupus Eritematoso Sistémico (LES) es una patología autoinmune, sistémica, crónico-inflamatoria que, debido a la pérdida de la tolerancia inmune, activación del complemento, formación de autoanticuerpos, depósito de complejos inmunes en tejidos y producción de citocinas proinflamatorias, provoca diversa sintomatología a nivel orgánico y sistémico como artritis, daño renal, alteraciones neurológicas y hematológicas, incremento de enzimas como la deaminasa de adenosina, entre otras. El tratamiento, tiene como objetivo disminuir o mejorar la sintomatología, siendo los glucocorticoides como la prednisona el más común; éstos inducen efectos colaterales adversos como afectación renal, debilidad ósea, daño orgánico irreversible, afecciones neurológicas, lo que disminuye la calidad de vida del paciente. Por lo que la búsqueda de mejores tratamientos sigue siendo un objetivo primordial, así las plantas medicinales son una fuente importante de metabolitos secundarios con potencial efecto farmacológico. Se ha demostrado que *Argemone mexicana*, tiene efecto antiinflamatorio, antineuroinflamatorio, reno e inmunoprotector. El objetivo del presente proyecto es el evaluar el efecto protector de fracciones y compuestos de partes aéreas de *A. mexicana* en un modelo de LES en ratones hembra BALB/c inducido con una dosis única vía intraperitoneal de 2,6,10,14-tetrametilpentadecano (TMPD). Este modelo biológico desarrollará signos y síntomas característicos de pacientes con LES, durante 7 meses. Se evaluará la producción de anticuerpos antinucleares (anti-ssDNA, anti-dsDNA e histona), inflamación articular, daño renal mediante cuantificación de proteinuria en orina (albumina y creatinina), daño histológico y cuantificación de la actividad de enzimas antioxidantes y de deaminasa de adenosina en suero y órganos blanco (riñón y bazo), alteraciones en la conducta motora mediante la prueba de campo abierto. Los tratamientos obtenidos de *A. mexicana* (fracciones y compuestos), serán analizados mediante la prueba de toxicidad aguda por clases (OCDE), en la que se incluirá una evaluación de variables de neurotoxicidad alineada a la prueba de Irwin.

## Actividad cicatrizante y analgésica de una fracción estandarizada de *Oenothera rosea* L'Hér. ex Aiton en combinación con vitamina C

Marcos Córdova de la Cruz, Dra. Rosa Mariana Montiel Ruiz y Dra. Gabriela Trejo Tapia  
mcordovac2000@alumno.ipn.mx

El dolor y la cicatrización se presentan después de una herida causada por cirugía, traumatismo, quemaduras, etc., que afectan la estructura y función de los tejidos. El tratamiento actual se basa en el uso de opioides, antiinflamatorios no esteroideos y cremas que en ocasiones provocan reacciones secundarias prolongando la recuperación del paciente. Por esta razón, es importante el estudio de fuentes alternativas para el tratamiento de las heridas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que los países en desarrollo el 80% de la población depende de la medicina tradicional para prevenir o tratar enfermedades. Estudios han demostrado que las plantas medicinales son accesibles, eficaces y tienen menos efectos secundarios que las medicinas modernas. Además, se ha observado que en combinación con fármacos convencionales como la vitamina C aumentan el efecto farmacológico. La vitamina C posee actividad cicatrizante y analgésica por ello se espera que al combinarla con un extracto presente una sinergia. *Oenothera rosea* conocida como “hierba del golpe”, se utiliza en infusión o cataplasma para tratar enfermedades, hematomas, inflamación, diarrea, dolor de cabeza. Algunos estudios han demostrado su actividad farmacológica como antiinflamatoria, antihiperalgésica, antinociceptiva y cicatrizante. Por otra parte, el análisis fitoquímico ha mostrado la presencia de compuestos alcaloides, taninos, saponinas, fenoles. El objetivo de este trabajo es estandarizar una fracción del extracto de acetato de etilo de *O. rosea*, evaluar la actividad analgésica y cicatrizante en combinación con la vitamina C en modelos *in vivo* e *in vitro*. Para ello, se estandarizará una fracción para combinar con la vitamina C a diferentes concentraciones que serán evaluadas en los diferentes modelos. La actividad analgésica será evaluada en el modelo de “up down” mediante estímulos mecánicos con filamento de von Frey, mientras que la actividad cicatrizante se realizará mediante el ensayo de rayado en placa con fibroblastos humanos.

# SEMINARIO III

## Uso de biomasa de kefir fermentadas con fructanos para elaborar biopelículas

German Rafael Moreno-León, Dra. Sandra Victoria Ávila-Reyes y Dr. Javier Solorza-Feria  
gmorenol2100@alumno.ipn.mx

La biomasa microbiana puede ser una fuente sostenible e innovadora de biopolímeros. El kefir, por ejemplo, es una asociación simbiótica de microorganismo mezclados en una matriz polimérica, siendo la lactosa el sustrato más utilizado, pero esto limita su aplicación. Por otro lado, el uso de otras fuentes de sustratos como los fructanos de agave (FAG) puede ser una alternativa, porque contienen carbohidratos fermentables. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de biomasa de kefir (Bk) fermentadas con FAG para elaborar biopelículas. La Bk fue fermentada en leche en polvo bajo en grasa y adicionada con otras fuentes de carbono (dextrosa, fructosa, galactosa, lactosa, inulina y fructanos) en concentraciones de 2, 4 y 6% p/p, se evaluaron parámetros como temperatura (20, 25 y 30°C) y % de inóculo inicial (2, 5 y 10% p/p). La metodología de superficie-respuesta (MSR) se utilizó para determinar las condiciones óptimas de fermentación y se evaluó la composición química y morfología del kefir mediante microscopia y análisis digital de imagen. Además, se realizó un análisis reológico a la Bk seco para determinar la formulación de la solución filmogénica en concentraciones 3, 5 y 10% de sólidos totales (p/p). El análisis de MSR mostró que 2% de inóculo y 27.5°C fue la condición óptima de fermentación (control). La adición de 6% p/p de FAG favoreció el crecimiento de biomasa (75.94%) con respecto al control y aumentó el contenido de grasa (3.76%), cenizas (5.57%) y proteína (7.12%), respectivamente. El modelo reológico de Ostwald-de Waale mostró valores de  $n < 1$ , característico de materiales reo-fluidizantes. Las pruebas dinámicas mostraron que los módulos de almacenamiento ( $G'$ ) y pérdida ( $G''$ ) en frecuencias bajas fue  $G' < G''$  y en frecuencias mayores  $G' > G''$ , lo que representa un sistema de red entrelazada. Los FAG aumentaron y mostraron cambios microbiológicos y morfológicos en la Bk, además, la reología mostró que tienen características de materiales viscoelásticos y pueden comportarse como un gel.

## Tolerancia a metales pesados y actividad de las enzimas catalasas y peroxidasas de *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma longibrachiatum*.

Diego Helman Zapata Sarmiento, Dra. Gabriela Sepúlveda Jiménez y Dr. Mario Rodríguez Monroy  
dzapatas1700@alumno.ipn.mx

Los hongos del género *Trichoderma* son utilizados como agentes de biocontrol y promotores del crecimiento, pero sus mecanismos de acción pueden verse afectados por la acumulación de metales pesados en los suelos. En *Trichoderma*, los mecanismos antioxidantes para reducir el daño por oxidación causado por los metales pesados Cu, Cr y Pb son poco conocidos. Por lo cual, el objetivo de este estudio fue determinar la tolerancia a estos metales de tres aislados de *T. asperellum* (To, Tm y Tt) y un aislado de *T. longibrachiatum* y evaluar el daño por oxidación, la actividad enzimática y la expresión de los genes CAT y POD. El índice de tolerancia indicó que los aislados más tolerantes a los metales fueron *T. longibrachiatum* y el aislado To de *T. asperellum* con índices de tolerancia mayores al 81.5%. Al comparar con respecto al control, la peroxidación de lípidos aumentó en los aislados de *Trichoderma* expuestos a los tres metales. La actividad de las enzimas CAT y POD en ambos aislados dependió de la especie de *Trichoderma* y el metal. Con la exposición a Cu en los dos aislados de *Trichoderma*, la actividad de peroxidasa aumentó 0.8 veces con respecto al control y en el aislado To de *T. asperellum* aumentó 3.2 veces en presencia de Pb. En *T. longibrachiatum*, la actividad de catalasa aumentó 3.9, 1.9 y 2.9 veces en presencia de Cu, Cr y Pb respectivamente. Mientras que en *T. asperellum* la actividad de esta enzima aumento 0.2 y 0.8 veces sólo con los tratamientos de Cu y Pb. En conclusión, *T. longibrachiatum* fue el aislado más tolerante a los tres metales y las enzimas POD y CAT están involucradas en la respuesta antioxidante al daño oxidativo causado por el Cu, mientras que la enzima CAT está involucrada en la respuesta antioxidante a Cr y Pb.

## Prevención de diarrea asociada a antibióticos administrando gomitas simbióticas de agavinas y *Saccharomyces boulardii* en ratas prepuberales

Liliana Kelly Vigil Cuate, Dra. Sandra Victoria Ávila Reyes y Dra. Martha Lucía Arenas Ocampo  
kvigilc1800@alumno.ipn.mx

Se desarrolló una gomita simbiótica de agavinas y microcápsulas de *Saccharomyces boulardii*, un probiótico utilizado para tratar la diarrea asociada a antibióticos, la cual, tiene una incidencia del 5-30% en niños. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto preventivo de gomitas simbióticas en un modelo murino de diarrea asociada a antibióticos en ratas prepuberales. Se estudió la viabilidad de *S. boulardii* en la gomita simbiótica durante 3 semanas de almacenamiento y digestión *in vitro*. Se estableció un modelo de diarrea asociada a amoxicilina con ácido clavulánico en ratas prepuberales, estudiando 4 dosis del antibiótico durante 7 días, realizando un seguimiento mediante la respuesta inmune. Como tratamiento, en el modelo se evaluó el efecto preventivo de una gomita simbiótica, y en ambos, modelo de daño y tratamiento, se evaluaron los cambios en la barrera y microbiota intestinal por histología. En los resultados de viabilidad de *S. boulardii* durante el almacenamiento, no se detectaron UFC en placa en el día 15, pero sí células viables ( $98 \pm 7\%$  viabilidad) hasta el día 23, mediante microscopía confocal. En la digestión *in vitro*, el porcentaje de viabilidad fue de  $81.19 \pm 14.4\%$  antes y  $85.8 \pm 5\%$  después de la digestión. En el establecimiento del modelo, en la dosis de 500/35.75 mg/kg del antibiótico, se observó daño en la barrera y microbiota intestinal y se registraron  $7,500 \pm 800$  leucocitos y  $2 \times 10^4$  UFC de microorganismos aerobios respecto al control ( $5,100 \pm 300$  leucocitos y  $8.9 \times 10^8$  de microorganismos aerobios). En los tratamientos con *S. boulardii* y la gomita simbiótica, hubo una disminución de la proliferación de anaerobios, 206 y 161 Log NMP, respectivamente. Los resultados de este trabajo permiten inferir que el tratamiento con la gomita simbiótica puede tener un efecto protector en la microbiota intestinal, contribuyendo a reducir los efectos de disbiosis por la diarrea asociada a antibióticos, presente por una escala bristol de 3.

# Detección de *Salmonella* Typhimurium en frutos de papaya mediante un transductor piezoeléctrico utilizando bacteriófagos como bioreceptores

Monica Cortés Higareda, Dra. Rosa I. Ventura-Aguilar y Dra. Silvia Bautista Baños  
mcortesh1902@alumno.ipn.mx

La investigación se llevó a cabo en respuesta a brotes epidemiológicos asociados a *Salmonella*, con un enfoque en la eficiencia de los bacteriófagos en un biosensor para su detección temprana. Los tres objetivos específicos fueron los siguientes: 1) Evaluar la calidad sanitaria de la papaya: se recolectaron muestras de papaya, agua de riego, suelo y manos de trabajadores en tres localidades de Morelos. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la cantidad de mesófilos aerobios totales en las papayas recolectadas, siendo más altos la localidad de Ixtlilco el Grande (postcosecha =  $7 \log \text{ UFC mL}^{-1}$ ). Además, se identificaron *P. aeruginosa* y *P. mirabilis* en el suelo y agua de riego, respectivamente. 2) Determinar la capacidad de la internalización del patógeno en frutos: *S. Typhimurium* se inóculo en frutos de papaya con un 50 y 75% de madurez, almacenados a 11 y 24 °C. La bacteria se internalizó en el exocarpio de los frutos almacenados a 24 °C a los tres y siete días, en papayas con el 50 y 75% de madurez, respectivamente. Se identificaron siete hongos fitopatógenos a 24 °C y la presencia de *S. Typhimurium* no afectó las propiedades fisicoquímicas de los frutos durante el almacenamiento, excepto por el pH del mesocarpio en los frutos inoculados. 3) Inmovilización de bacteriófagos para detección temprana: se aislaron dos fagos para *S. Typhimurium*, F5 y F13, con selectividad para el género *Salmonella*. Los resultados indicaron que las practicas actuales no cumplen con las normas mexicanas y las enterobacterias aisladas son patógenas. La ausencia de internalización en el mesocarpio de la papaya sugiere la posibilidad de contaminación cruzada como origen del patógeno. Los bacteriófagos aislados demostraron especificidad en la infección de *S. Typhimurium*, sugiriendo su potencial como bioreceptores para la detección temprana del patógeno mediante biosensores.

# DIRECTORIO

**Dra. Gabriela Trejo Tapia**  
DIRECTORA

**M. en C. Roberto Briones Martínez**  
MAESTRO DECANO

**Dra. Perla Osorio Díaz**  
SUBDIRECTORA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN

**M. en A.G.I.E. Miriam Teresa Vázquez Galicia**  
SUBDIRECTORA DE SERVICIOS EDUCATIVOS

**C.P. Amado Rodríguez López**  
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO

**Dr. Mario Rodríguez Monroy**  
COORDINADOR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS  
EN DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS (DCDPB)

Correo electrónico: [ceprobi@ipn.mx](mailto:ceprobi@ipn.mx)  
[www.ceprobi.ipn.mx](http://www.ceprobi.ipn.mx)