



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 2025)

Cintillo Legal:

Memorias de las Jornadas del Programa de Doctorado en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos del CEPROBI-IPN, año 4, vol. 2, julio-diciembre 2025, 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: Dra. Silvia Evangelista Lozano. 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. Arianna Michelle Hernández Sánchez, 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 16 de enero de 2026.

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

Dra. Silvia Evangelista Lozano

Coordinadora del Programa

Dr. Javier Solorza Feria

Dra. Sandra Victoria Avila Reyes

Comité Editorial

Dra. Gabriela Trejo Tapia

Dr. Javier Solorza Feria

Dra. Rosalía América González Soto

Comité Técnico

Ing. Roberto Selvas Mejía

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

Sistema Nacional de Posgrado del SECIHTI 0221

Profesores Colegiados

Dra. Edith Agama Acevedo
Dra. Martha Lucía 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. Omar Patiño Rodríguez
Dra. Aida Araceli Rodríguez Hernández
Dra. Rosa Isela Ventura Aguilar
Dr. Jordi Saldo Periago
Dr. Juscelino Tovar Rodríguez
Dr. Tomy José Gutiérrez Carmona

Ponencias de profesores invitados

1. Dra. Martha Lucía Arenas Ocampo
Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-IPN
Retos del sector agroalimentario: Producción de compuestos bioactivos, alimentos funcionales y nutraceuticos
2. Dr. Manasés González Cortázar
Centro de Investigación Biomédica del Sur-IMSS
Estudios químicos-biológicos para la obtención de principios activos de la planta medicinal pericón (*Tagetes lucida*) para la formulación de un fitomedicamento
3. Dr. Luis Omar Colombo Mendoza
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán-TecNM)
Modelos de inteligencia artificial como herramientas para la predicción de respuestas sensoriales a los alimentos
4. Dra. María Hernández Carrión
Universidad de los Andes, Colombia
Biodiversidad y agrorresiduos como fuentes sostenibles para la innovación en alimentos
5. Dr. Adelfo Escalante Lozada
Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México
Estudio de la diversidad genética, metabólica y microbiana del pulque

Estudiantes del Seminario I (Clave 02B4219)

1. Arlis Antonio Navarrete Memije
Evaluación del efecto antiinflamatorio de extractos de raíces transformadas de *Rhizophora mangle* (L.) en un modelo murino
2. Eric Miranda Martínez
Influencia del método de fabricación y de la adición de los refuerzos TiO₂ y fibras de celulosa en las propiedades físicas, fisicoquímicas y estructurales de películas de almidón de papa
3. Uneeza Javaid
Development and characterization of coatings based chitosan/rosin gum/calcium nanoparticles for use during tomato growth and storage

Estudiantes del Seminario II (Clave 02B4220)

1. Esmeralda Yamileth Arizmendi Giles
Análisis de parámetros de control sobre la interacción molecular de películas de almidón de sorgo, ncc y glicerol
2. Wendolin Borges Coronel
Evaluación del efecto larvostático y larvicida de un formulado con alcaloides quinolizidínicos encapsulados, sobre larvas de *Aedes aegypti*
3. Luis Felipe Bustamante González
Caracterización de biopelículas de almidón de papa reforzadas con nanocristales de celulosa y nanopartículas de óxido de zinc para la remoción de CO₂
4. Alma Leticia Chu Martínez
Estudio in vitro del efecto de encapsulados con extracto estandarizado de β-sitosterol obtenido de residuos de *Agave* sobre fibroblastos dérmicos
5. Andrea Mendoza Juárez
Elaboración y caracterización de bolsas biodegradables adicionadas con residuos de cáscara de naranja o nopal

Estudiantes del Seminario III (Clave: 02B4221)

1. Yessica Casales Tlatilpa
Potencial terapéutico de la raíz de *Kalanchoe daigremontiana* en subtipos moleculares de cáncer de mama
2. Carolee Chuzeville Munguia
Evaluación del efecto nefroprotector del kingidiol y cirsimaritina aislados de *Baccharis conferta* Kunth. en un modelo de lesión renal aguda
3. Edna Eugenia García Avila
Efecto antioxidante y antimicrobiano de fitosteroles de bagazo de *Agave angustifolia* Haw. obtenidos con disolventes eutécticos profundos naturales y métodos de extracción no convencionales
4. Karen Maybel Granados Vega
Estudio de las fitohormonas involucradas durante la germinación y condiciones de desarrollo de plantas de *Pouteria campechiana* (Sapotaceae)
5. Maribel Osorio García
Efecto inhibidor de monoamino oxidasas y neuroprotector de *Tilia americana* en un modelo de Parkinson inducido por reserpina

La información contenida en los resúmenes es responsabilidad de los autores.

Retos del sector agroalimentario: Producción de compuestos bioactivos, alimentos funcionales y nutraceuticos

Dra. Martha Lucía Arenas Ocampo
mlarenas@ipn.mx

Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-Instituto Politécnico Nacional

En la conferencia que la Dra. Arenas Ocampo nos compartió el día 01 de septiembre, nos introduce a un panorama del posicionamiento del agave en nuestro estado y como el sector agroalimentario enfrenta el reto de transitar hacia una economía circular para reducir residuos contaminantes. El aprovechamiento integral del *Agave angustifolia Haw* ha permitido revalorizar los subproductos como son el bagazo residual de los destilados de mezcal, así como los fructanos o agavinas, considerando que ambos tienen una gran oportunidad para considerarse como ingredientes funcionales, nutraceuticos y/o biomateriales, impulsando la sostenibilidad industrial de este sector. Por un lado, se describen a los fructanos como carbohidratos de reserva del agave que actúan como fibra dietética soluble y presentan propiedades prebióticas. Su uso como ingrediente funcional en productos nutraceuticos estimula selectivamente la microbiota intestinal, además de que al ser administrados en conjunto con cepas de microorganismos probióticos se promueven diversos beneficios. Durante su trabajo, se han estandarizado métodos de extracción y encapsulación que garanticen la estabilidad de estos compuestos durante el procesamiento y la digestión en modelos *in vitro* e *in vivo*. Por otro lado, la disposición de bagazo agave resultante de los procesos de destilado o de los procesos de extracción de fructanos es rico en material lignocelulósico, lo que representa un reto procesar esta biomasa para transformarla en biomateriales de uso farmacéutico en andamios o uso alimentario como materiales biodegradables de embalaje ecológicos que evite la acumulación de desechos en rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto. Así mismo, en las fracciones residuales del bagazo, también se encuentran compuestos bioactivos como el β -sitosterol, un fitoesterol del que se han reportado propiedades antiinflamatorias o compuestos como las saponinas, del que se han desarrollado en el grupo de trabajo tecnologías de extracción verdes y rentables como microondas y ultrasonido para purificar estos compuestos de alto valor farmacéutico a escala comercial para su incorporación en el desarrollo de estudios preclínicos y digestiones *in vitro* para validar la efectividad biológica de estos compuestos.

Estudios químicos-biológicos para la obtención de principios activos de la planta medicinal pericón (*Tagetes lucida*) para la formulación de un fitomedicamento

Manasés González Cortazar, Nayeli Monterrosas Brisson, Enrique Jiménez Ferrer, Maribel Herrera Ruiz

manases.gonzalez@imss.gob.mx

Centro de Investigación Biomédica del Sur-Instituto Mexicano del Seguro Social, Xochitepec

La conferencia presentada por el Dr. Manasés el 08 de septiembre de 2025 en el auditorio Martín de la Cruz durante las Jornadas del Doctorado en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos del CEPROBI-IPN, expone una visión sobre el aprovechamiento de la biodiversidad y la valorización de la herbolaria tradicional, resaltando la importancia etnofarmacológica de *Tagetes lucida* Cav., conocida en México comúnmente como pericón. Durante la charla, se destacó el papel de las cumarinas como metabolitos secundarios y el estudio de sus compuestos bioactivos en la actividad antiinflamatoria.

La especie de planta *T. lucida* Cav., es una planta aromática considerada una de las más importantes en México, debido a su uso frecuente en rituales y ceremoniales. Sus nombres comunes incluyen "pericón", "yauhtli" (náhuatl), "hierba anís" o "hierba de Santa María"; en inglés se llama caléndula mexicana y se usa para el tratamiento del nerviosismo, dolores de cabeza, dolor de estómago y enfermedades inflamatorias. A pesar de sus usos etnomédicos, no hay reportes farmacológicos que lo demuestren, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antiinflamatoria de los extractos hexánico (TIH) y acetónico (TIAC) de las partes aéreas de *T. lucida* y aislar los compuestos responsables de la actividad. El modelo biológico utilizado fue el edema en la oreja de ratón inducido por 12-O-tetradecanoylphorbol 13-acetate (TPA).

La actividad antiinflamatoria de los dos extractos TIH (92.7 %) y TIAC (75.9 %) de *Tagetes lucida* fue demostrada y la separación cromatográfica del más activo (TIH) permitió el aislamiento e identificación de cinco cumarinas bioactivas (**1-5**); 7-isopreniloxicumarina (**1**), herniarina (**2**), 6-metoxi-7-isopreniloxicumarina (**3**), 6,7,8-trimetoxicumarina (**4**) y escoparona (**5**). El compuesto **1**, mostró la actividad más alta con un 81.1% de inhibición del edema, mientras que el compuesto **2**, lo redujo en 54.4%, los otros compuestos mostraron menos del 50%. De acuerdo con el análisis estructural de las cumarinas podría indicar que el sustituyente en la posición C-7 es un factor crucial para ejercer la actividad. Por lo que se concluye que el extracto no polar de *Tagetes lucida* posee actividad antiinflamatoria clínicamente relevante contra el edema inducido por TPA. Esta actividad fue reproducida por 7-isopreniloxicoumarin, un nuevo compuesto aislado en esta especie.

Modelos de inteligencia artificial como herramientas para la predicción de respuestas sensoriales a los alimentos

Dr. Luis Omar Colombo Mendoza
luis.cm@teziutlan.tecnm.mx

Ingeniería informática. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán-Tecnológico Nacional de México

La conferencia presentada por el Dr. Colombo Mendoza el 29 de septiembre de 2025 en el auditorio Martín de la Cruz durante las Jornadas del Doctorado en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos del CEPROBI-IPN, nos da un panorama de análisis donde áreas como la ingeniería informática o los sistemas computacionales pueden conjuntarse para comprender el alcance de la tecnología en un campo como son los alimentos. La evaluación sensorial tradicional de alimentos, basada en paneles de cata humanos, presenta limitaciones relevantes para la industria moderna, ya que es un proceso costoso, prolongado y de difícil escalabilidad. El sabor representa una “huella digital” resultante de interacciones complejas entre numerosos compuestos químicos y los receptores humanos. En este contexto, la inteligencia artificial emerge como una alternativa disruptiva para modelar y anticipar experiencias sensoriales. Por lo que, desarrollar y evaluar un modelo de aprendizaje automático, específicamente una red neuronal artificial, capaz de funcionar como un "catador digital", ha permitido obtener modelos para predecir el perfil de sabor de un alimento a partir de su composición química y proporcionar interpretabilidad respecto a las decisiones del algoritmo. En este trabajo se inició con la extracción y estructuración de datos provenientes de la plataforma colaborativa FooDB. Se realizó un preprocesamiento exhaustivo, que incluyó limpieza y eliminación de ruido, y se establecieron umbrales de versatilidad mínima para aislar 32 compuestos clave y 12 sabores objetivo. Posteriormente, se entrenó un modelo de red neuronal artificial utilizando Python. Para aportar rigor científico, se aplicó la técnica SHAP (*SHapley Additive exPlanations*), lo que permitió interpretar el funcionamiento del algoritmo y cuantificar el impacto individual de cada compuesto en la predicción final. Entre los resultados obtenidos, el modelo de catador digital identificó patrones ocultos y predijo perfiles sensoriales en función de la concentración química. El análisis mediante SHAP generó hallazgos consistentes con la literatura científica, identificando al ácido L-glutámico, ácido L-aspártico y ácido fólico como los predictores más relevantes del sabor amargo. Además, el modelo capturó interacciones no lineales complejas, como la dualidad de la D-fructosa, que mitiga el amargor en bajas concentraciones y actúa como potenciador en mezclas de alta concentración. Con estos resultados podemos mencionar que la inteligencia artificial, en particular a través de redes neuronales interpretables, demuestra una alta viabilidad para su aplicación en la ciencia sensorial. Esta tecnología establece las bases para el diseño de productos alimentarios orientados por datos, lo que acelera la innovación y reduce costos. Asimismo, ofrece aplicaciones de alto impacto en salud pública, como la creación de alimentos nutritivos y atractivos, y en la protección del patrimonio biocultural mediante la cuantificación de firmas químicas para denominaciones de origen.

Biodiversidad y agrorresiduos como fuentes sostenibles para la innovación en alimentos

Dra. María Hernández Carrión
m.hernandez1@uniandes.edu.co

Grupo de Diseño de Productos y Procesos (GDPP). Departamento de Ingeniería Química y de Alimentos. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Esta ponencia, presentada el 27 de octubre de 2025 por la Dra. Hernández Carrión en el auditorio "Martín de la Cruz" durante las Jornadas del Doctorado en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos del CEPROBI-IPN, expone una visión estratégica sobre el aprovechamiento de la biodiversidad y la valorización de subproductos agroindustriales como ejes fundamentales para la innovación en la industria alimentaria. Bajo el enfoque de Diseño Integrado de Productos y Procesos (3P), se fundamenta la importancia de entender la interacción técnica entre el producto, su proceso de transformación y las propiedades finales para desarrollar alimentos que sean nutricionalmente superiores, sostenibles y sensorialmente aceptables por el consumidor.

En la primera sección, se aborda con detalle la valorización de agrorresiduos para la obtención de ingredientes funcionales de alto valor agregado. Se destacan investigaciones sobre la extracción de antocianinas de la cáscara de gulupa, el uso de harina de cáscara de chontaduro y pectina cítrica como sustitutos de harina de trigo y grasa en productos horneados, y la recuperación de fibra y carotenoides a partir de la piel del tomate y la pulpa de café para el desarrollo de gomitas y kombuchas. Estos trabajos demuestran cómo la reutilización de subproductos industriales mejora significativamente la capacidad antioxidante y el perfil nutricional de los alimentos procesados.

Posteriormente, se profundiza en el aprovechamiento de la biodiversidad colombiana, con énfasis en frutos amazónicos y andinos. Se detallan procesos de microencapsulación de aceite de sachá inchi para preservar su contenido de omega-3, así como el desarrollo de ingredientes en polvo a partir de arazá y açái mediante tecnologías como la liofilización y la ventana refractiva. Asimismo, se explora el potencial de tubérculos andinos (cubios, chuguas e hibas) para la creación de chips elaborados mediante air fryer, alternativa que mejora la percepción de carácter saludable y aceptabilidad sensorial por parte del consumidor.

Finalmente, se aborda el aprovechamiento de proteínas alternativas, incluyendo el uso de biomasa fúngica (*Aspergillus oryzae*) y la incorporación de insectos comestibles (grillo casero y hormiga culona) en la formulación de sustitutos cárnicos y productos de panadería de alto valor proteico. Estas fuentes se posicionan como alternativas sostenibles con un perfil de aminoácidos completo, contribuyendo directamente a la seguridad alimentaria y a la diversificación de la dieta contemporánea.

En conclusión, la aplicación del modelo 3P al estudio de la biodiversidad y los agrorresiduos demuestra que la sostenibilidad y la alta calidad nutricional pueden integrarse con éxito en el desarrollo de nuevos productos. Estos avances no solo fomentan una economía circular al transformar subproductos en recursos de alto valor agregado, sino que también proponen soluciones eficaces ante los desafíos globales de seguridad alimentaria.

Estudio de la diversidad genética, metabólica y microbiana del pulque

Dr. Adelfo Escalante Lozada
adelfo.escalante@ibt.unam.mx

Consortio de Ingeniería Metabólica y Biología Sintética de Microorganismos, Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, Instituto de Biotecnología-UNAM

La ponencia del Dr. Adelfo el día 03 de noviembre fue muy enriquecedora. Nos habló de una de las bebidas más tradicionales de nuestro país. El pulque es una bebida alcohólica fermentada tradicional de México, no destilada, de aspecto blanco y lechoso, obtenida mediante la fermentación espontánea del aguamiel y extraída de diversas especies de maguey (*Agave*) pulquero. En su contexto histórico y relevancia sociocultural, la charla nos lleva a través del consumo de pulque a más de mil años en Mesoamérica, mostrando evidencias arqueológicas como el mural de los bebedores de Cholula (200-600 d.C.), raspadores de obsidiana para maguey hallados en Huapalcalco, Hidalgo (Epiclásico, ca. 500 d.C.), así como la detección de hopanoides asociados a *Zymomonas mobilis* en recipientes de almacenamiento de La Ventilla, Teotihuacán (200-500 d.C.). El Código Mendoza (1540) ilustra algunos aspectos relacionados con el estricto control de su consumo durante el periodo azteca (1100-1300 d.C.). Se destacó el interés por el estudio del pulque desde 1950 con estudios pioneros sobre la diversidad genética, microbiana y metabólica. Estudios recientes con muestras de aguamiel y de pulque de Huitzilac, Morelos, han combinado la extracción de ADN metagenómico y su secuenciación con la determinación de azúcares y productos de fermentación a lo largo del proceso. Estos análisis han permitido describir la sucesión microbiana a nivel de género presente en el aguamiel, mostrando una disminución progresiva de la diversidad conforme avanza la fermentación, con un incremento relativo de géneros como *Zymomonas* y *Saccharomyces* y una disminución de *Acinetobacter*.

A nivel bacteriano, ocho géneros (*Zymomonas*, *Lactococcus*, *Weissella*, *Leuconostoc*, *Acetobacter*, *Obesumbacterium*, *Lactobacillus* y *Gluconobacter*) representaron en conjunto el 83.68% de la diversidad total. A nivel de levaduras, cuatro géneros más un orden (*Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Kazachstania gamospora*, *Hanseniaspora* sp. y el orden Saccharomycetales) representaron el 99.58% de la diversidad, observándose un cambio notable en la dominancia: *K. marxianus* predomina en aguamiel (61%) y metzal, mientras que *S. cerevisiae* se vuelve dominante en el pulque terminado (6 horas de fermentación) (70%). En cuanto a los aspectos nutricionales y potencial probiótico, históricamente, el pulque ha sido reconocido como una importante fuente de nutrientes en poblaciones rurales mexicanas. El pulque constituye un sistema de estudio de gran riqueza para la biotecnología y la microbiología, al combinar un profundo arraigo histórico y cultural con una compleja comunidad microbiana cuya dinámica y composición han comenzado a describirse a detalle gracias a herramientas de secuenciación masiva y análisis metabolómico.

SEMINARIO I

Evaluación del efecto antiinflamatorio de extractos de raíces transformadas de *Rhizophora mangle* (L.) en un modelo murino

Arlis Antonio Navarrete Memije, Claudia Maricusa Agras Hernández, Alma Angélica del Villar
Martínez
anavarretem2500@alumno.ipn.mx

El mangle rojo (*Rhizophora mangle*) es una especie característica de los ecosistemas costeros tropicales, ampliamente reconocida por sus notables mecanismos de adaptación a ambientes con alta variabilidad en la salinidad y condiciones edáficas predominantemente reductoras. Estas adaptaciones fisiológicas se reflejan en su capacidad para la biosíntesis de una amplia gama de metabolitos secundarios, entre los que destacan taninos, flavonoides y diversos compuestos fenólicos. La literatura científica ha documentado que dichos metabolitos presentan propiedades bioactivas de alto interés farmacológico, incluyendo actividades antibacterianas y antiinflamatorias. Adicionalmente, diferentes órganos de *R. mangle*, como la corteza, las raíces y las hojas, han sido utilizados tradicionalmente por comunidades costeras para el tratamiento de diversas afecciones, entre ellas diarrea, úlceras, escorbuto, elefantiasis y otros padecimientos comunes. Este conocimiento etnobotánico, respaldado por evidencias experimentales recientes, posiciona a *R. mangle* como una especie con un potencial terapéutico relevante. Sin embargo, la obtención directa de material vegetal a partir de poblaciones naturales representa un riesgo para su conservación, especialmente cuando estas prácticas no se encuentran reguladas ni se desarrollan bajo esquemas de aprovechamiento sustentable. En este contexto, el uso de herramientas biotecnológicas, como el cultivo *in vitro*, surge como una alternativa estratégica y ambientalmente responsable para la obtención de biomasa vegetal bajo condiciones controladas. Este enfoque permite reducir la presión sobre las poblaciones silvestres y, al mismo tiempo, facilita el estudio sistemático y reproducible de especies vegetales de interés terapéutico. En consecuencia, el presente trabajo plantea el desarrollo de un sistema de cultivo *in vitro* orientado a la producción de biomasa vegetal, a partir de la cual se obtendrán extractos destinados a su evaluación en un modelo murino de inflamación aguda. Este enfoque permitirá explorar el potencial bioactivo de *R. mangle* de manera controlada, evitando la extracción intensiva de material vegetal silvestre.

Influencia del método de fabricación y de la adición de los refuerzos TiO_2 y fibras de celulosa en las propiedades físicas, fisicoquímicas y estructurales de películas de almidón de papa

Eric Miranda Martínez, Victoria Bustos Terrones y Javier Solorza Feria
ericmonuri@gmail.com

La creciente preocupación ambiental causada por el uso masivo de plásticos derivados de combustibles fósiles ha impulsado el desarrollo de alternativas sostenibles, entre las cuales los biopolímeros han adquirido gran relevancia. El almidón de papa destaca como una materia prima atractiva debido a su disponibilidad, bajo costo y biodegradabilidad. No obstante, las películas obtenidas a partir de este polisacárido presentan limitaciones importantes relacionadas con su resistencia mecánica, estabilidad térmica y capacidad de barrera, lo que dificulta su implementación en aplicaciones industriales, especialmente en el envasado de alimentos. Para superar estas deficiencias, una estrategia ampliamente estudiada consiste en reforzar las matrices poliméricas mediante la incorporación de nanopartículas inorgánicas y fibras naturales. Entre los refuerzos más prometedores se encuentran el dióxido de titanio (TiO_2) y los cristales de celulosa, materiales capaces de mejorar la cohesión estructural, incrementar la resistencia a esfuerzos mecánicos, disminuir la permeabilidad al vapor de agua y aportar propiedades funcionales adicionales, como actividad antimicrobiana y fotocatalítica. Sin embargo, el impacto real de estos refuerzos depende tanto de sus características como del método de fabricación empleado. En este contexto, el presente proyecto tiene como propósito comparar de manera sistemática el efecto del método de fabricación —colada y compresión de placas— y del tipo de refuerzo — TiO_2 sintetizado mediante métodos verdes y cristales de celulosa— sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas y estructurales de películas de almidón de papa formuladas con cargas fijas. Para ello, se propone sintetizar nanopartículas de TiO_2 utilizando extracto de hojas de *Moringa oleifera*, evaluar las propiedades reológicas de las soluciones filmógenas y caracterizar las películas obtenidas en términos de comportamiento térmico, morfología, propiedades mecánicas y de barrera. Los resultados permitirán identificar la combinación de método y refuerzo más eficiente, contribuyendo al diseño de biopelículas competitivas frente a los polímeros sintéticos.

Development and characterization of coatings based chitosan/rosin gum/calcium nanoparticles for use during tomato growth and storage

Uneeza Javaid, Dr. Zormy Nacary Correa-Pacheco, Dr. Silvia Bautista-Baños
ujavid2500@alumno.ipn.mx

Coatings could be applied during pre and postharvest life to avoid loss of quality and microbial incidence in horticultural commodities. Edible films or coatings, being biodegradable and antimicrobial in nature, serve the purpose of creating a semi permeable barrier that modifies the atmosphere around the horticultural product, preventing the loss of their texture and firmness. These edible coatings can be made of proteins, lipids, and polysaccharides. Chitosan, a polysaccharide, has become a promising biodegradable compound which has been evaluated for its film-forming properties and antimicrobial nature. However, the chitosan compound alone can show brittleness and limited water barrier properties as it absorbs water. The incorporation of gum rosin could improve its mechanical strength. Furthermore, the antimicrobial properties of the coatings could be improved by adding nanoparticles of calcium oxide (CaO), since the mineral nutrient is responsible for many physiological activities in plants, serving as a structural element and secondary messenger in cellular activities. Also, different nanoparticles have been studied for their antimicrobial properties. The calcium oxide nanoparticles (CaONPs) have significant antimicrobial properties and unique structural and optical properties and are environmentally safe to all living organisms. On the other side, tomatoes are profoundly important in Mexico's economy. Economically, they are one of Mexico's top agricultural exports and a significant source of employment, while culturally, they are a staple ingredient in traditional cuisine. However, their climacteric behavior makes them very prone to deteriorate rapidly, posing a challenge for their storage for extended periods of time. This research can be justified based on its novel approach developing composite coatings based on chitosan/gum rosin/calcium nanoparticles. The outcomes are supposed to prolong tomato shelf life by delaying the ripening process and reducing overall postharvest fungal disease incidence while being environmentally secure within a sustainable economy.

SEMINARIO II

Análisis de parámetros de control sobre la interacción molecular de películas de almidón de sorgo, ncc y glicerol

Arizmendi Giles Esmeralda Yamileth, Isidra Guadalupe Ruíz Martínez y Javier Solorza Feria
earizmendig1800@alumno.ipn.mx

El consumo desmesurado de plásticos convencionales en todo el mundo, aunado a los problemas de gestión ambiental de control de residuos plásticos presentan un grave problema para la salud pública y el medio ambiente. Los principales tipos de plásticos con mayor demanda son los fabricados para empaques y contenedores de alimentos. Desde la década de 1970 el método de vaciado en placa o "Casting" se implementó tras el uso de materiales biológicos como el almidón, ampliamente estudiado por sus propiedades termoformables. Actualmente, el método "Casting" se presenta en la literatura con una amplia variedad de parámetros para la generación de soluciones filmogénicas, tales como la velocidad y el tiempo de agitación, así como la temperatura de gelificación, según la fuente de obtención del almidón. Sin embargo, no hay reportes en la literatura sobre la evidencia de la correlación directa entre los componentes de la solución filmogénica y los parámetros de control del proceso de gelatinización a niveles de interacción molecular, mostrando diferencias significativas sobre las propiedades finales de las biopelículas. La caracterización de biopelículas de almidón de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) se basa en los análisis de las propiedades físicas, químicas, mecánicas y de barrera, implementando técnicas de reforzamiento como parte del mejoramiento de estas propiedades a través de la adición de glicerol y nanocristales. Se necesita evaluar los efectos de los parámetros de control sobre las interacciones moleculares entre el agente polimerizante, plastificante y de reforzamiento para correlacionar las propiedades de los bioplásticos obtenidos. El presente trabajo propone el estudio de las interacciones moleculares a partir de los efectos de los parámetros de control en la generación de soluciones filmogénicas sobre las propiedades fisicoquímicas y morfoestructurales de biopelículas obtenidas de almidón de sorgo adicionadas con glicerol y nanocristales de celulosa (NCC).

Evaluación del efecto larvistático y larvicida de un formulado con alcaloides quinolizidínicos encapsulados, sobre larvas de *Aedes aegypti*

Wendoline Borges Coronel, Martha Lucía Arenas Ocampo, Kalina Bermúdez Torres
wborgesc2000@alumno.ipn.mx

El mosquito *Aedes aegypti* es vector de enfermedades como dengue, Zika y chikungunya. La incidencia de estas enfermedades en la semana 45 de 2025 es de 12.75 con 16 953 casos reportados, causando una sobrecarga en el sistema de salud pública. Las campañas de control implementadas por el gobierno no han tenido un efecto significativo en la disminución de las poblaciones de mosquitos debido a que el vector ha generado resistencia a los compuestos químicos usados. Actualmente, los bioinsecticidas ofrecen una solución contemporánea como complemento al tratamiento con productos químicos. Los bioinsecticidas, compuestos de metabolitos especializados derivados de plantas, causan múltiples efectos específicos en los insectos objetivos. El objetivo del presente trabajo es la evaluación del efecto larvicida y larvistático de un formulado con alcaloides quinolizidínicos encapsulados, sobre larvas de *Aedes aegypti*. Por ello se realizará un análisis fitoquímico del extracto de semilla de *Lupinus bilineatus*, cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas de alta resolución. Se encapsularán los alcaloides quinolizidínicos (AQ) mediante su integración en una matriz de alginato, agavinas y bagazo de agave impregnado con AQ que garanticen una liberación eficaz en un medio acuoso y se llevará a efecto el análisis morfoestructural y fisicoquímico del formulado. Posteriormente, por medio de un análisis toxicológico del formulado sobre larvas de *Aedes aegypti* se evaluará su eficiencia y efecto en la supervivencia de las larvas y su ciclo de vida. Finalmente, se realizará el análisis toxicológico en organismos no objetivos con los modelos biológicos *Artemia* spp., *Danio rerio*, y se evaluará la citotoxicidad en fibroblastos (*in vitro*), para asegurar la bioseguridad del formulado ante organismos no objetivo.

Caracterización de biopelículas de almidón de papa reforzadas con nanocristales de celulosa y nanopartículas de óxido de zinc para la remoción de CO₂

Luis Felipe Bustamante González, Isidra Guadalupe Ruíz Martínez y Javier Solorza Feria
lbustamanteg1800@alumno.ipn.mx

La contaminación atmosférica por dióxido de carbono (CO₂) constituye una amenaza global y persistente para la salud pública, siendo uno de los principales gases responsables del cambio climático. Los estándares internacionales de calidad del aire regulan los límites máximos de emisión por sector productivo. Sin embargo, las estrategias enfocadas en la captura de gases permanecen limitadas en comparación con las tecnologías aplicadas en medios acuosos o de suelos. El desarrollo de materiales biodegradables con propiedades de remoción de CO₂ representa una estrategia prometedora y sostenible. El almidón de papa (*Solanum tuberosum*) ha sido ampliamente estudiado como matriz base para el desarrollo de biopelículas biodegradables, debido a sus propiedades termoplásticas. No obstante, su fragilidad estructural y sensibilidad a la humedad reducen su desempeño. La incorporación de nanocristales de celulosa (NCC), mejora notablemente las propiedades mecánicas y de barrera de las biopelículas al reforzar la red polimérica mediante interacciones a nivel molecular. Paralelamente, las nanopartículas de óxido de zinc (ZnO-NPs) han sido utilizadas en aplicaciones ambientales debido a su estabilidad, baja toxicidad y propiedades fotocatalíticas. En este estudio se caracterizará el comportamiento reológico de soluciones filmogénicas de almidón de papa grado reactivo, NCC y ZnO-NPs, a partir de modulación viscoelástica, con el objetivo de establecer las condiciones óptimas para la obtención de biopelículas mediante el método de Casting. Posteriormente, se fabricarán biopelículas a diferentes condiciones de concentración de ZnO-NPs (1, 3 y 5 %PV) y se caracterizarán sus propiedades físicas, mecánicas, químicas y de barrera, antes y después de ser expuestas a concentraciones de CO₂ (200, 500, 1000 y 1500 ppm) por 24 h en cámaras herméticas de acrílico, con el fin de explorar su potencial en la remoción de gases como aplicación para la mitigación de gases tóxicos ambientales.

Estudio *in vitro* del efecto de encapsulados con extractos estandarizados ricos en β -sitosterol obtenidos de residuos de *Agave* sobre fibroblastos dérmicos

Alma Leticia Chu Martínez, Herminia López Salazar y Martha Lucía Arenas Ocampo
achum1200@alumno.ipn.mx

El *Agave angustifolia* Haw. es una planta de relevancia cultural y económica; su principal residuo es el bagazo, que suele desecharse de manera inadecuada, generando problemas ambientales. Este residuo contiene compuestos bioactivos, como fitoesteroles, que poseen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, angiogénicas y proliferantes, relevantes en la cicatrización. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto *in vitro* de un extracto estandarizado rico en β -sitosterol sobre la proliferación y migración de fibroblastos dérmicos. El extracto se obtendrá a partir del bagazo de *A. angustifolia*, derivado del proceso de obtención de fructanos, empleando la técnica de extracción asistida por microondas. El extracto se estandarizará utilizando cromatografía líquida de alta resolución, espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), cromatografía en capa fina de alta resolución y espectrometría de masas. El extracto se evaluará en fibroblastos dérmicos en el proceso de migración celular, para determinar su efecto en el proceso de cierre de herida. Posteriormente, se diseñarán los encapsulados a través de un diseño experimental factorial; una vez obtenidos, se llevará a cabo la caracterización mediante microscopía óptica y análisis digital de imagen, y se evaluará la eficiencia de encapsulación y liberación utilizando FTIR y cromatografía en capa fina. Finalmente, se evaluará la actividad biológica de los encapsulados en fibroblastos dérmicos mediante ensayos de citotoxicidad, proliferación y migración celular, incluyendo el ensayo de herida, que simulará el proceso de cicatrización.

Elaboración y caracterización de bolsas biodegradables adicionadas con residuos de cáscara de naranja o nopal

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

Para la extensión y conservación de los productos agrícolas mínimamente procesados (PAMP) se emplean comúnmente envases hechos de polímeros sintéticos basados en el petróleo como el tereftalato de polietileno (PET), el poliestireno (PS) y el polipropileno (PP), entre otros, los cuales contaminan el medio ambiente. Como contraparte, se encuentran los empaques biodegradables basados en matrices poliméricas de quitosano, almidón, gelatina y proteína de soya y biopolímeros alifáticos a base de poliéster como el ácido poliláctico (PLA), la policaprolactona (PCL) y polibutileno adipato-co-tereftalato (PBAT), así como, diversas combinaciones entre estos para mejorar sus propiedades mecánicas y de barrera. Además, la incorporación de residuos agrícolas a la matriz polimérica podría conferirles un valor agregado a los residuos y contribuir a la economía circular. Se desarrollaron bolsas hechas con Ecovio® (mezcla compuesta por 45% PLA y 55% PBAT) adicionadas con 3 y 5 % (p/p) de harina de cáscara de naranja (HCN) o harina de nopal (HN) mediante extrusión por soplado. La caracterización de las bolsas consistió en micrografías (SEM) de secciones transversales de las bolsas, así como análisis FTIR y propiedades mecánicas. La resistencia a la tracción de las bolsas de Ecovio® puro fue mayor ($p < 0.05$) con respecto a las bolsas adicionadas tanto de HCN como de HN. Sin embargo, no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las formulaciones. Las micrografías revelaron una superficie homogénea y la casi nula aparición de cavidades provocadas por el desprendimiento de las HCN, lo cual sugiere una buena adhesión interfacial y compatibilidad entre las fases.

SEMINARIO III

Potencial terapéutico de la raíz de *Kalanchoe daigremontiana* en subtipos moleculares de cáncer de mama

Yessica Casales Tlatilpa, Paola Maycotte y Alma Angélica Del Villar Martínez.
ycasalest1700@alumno.ipn.mx

El cáncer de mama continúa siendo la principal causa de muerte relacionada con cáncer en mujeres en México y América Latina. Dentro de sus subtipos el cáncer triple negativo (TNBC por sus siglas en inglés) representa un reto clínico debido a su agresividad, capacidad de metástasis, alta tasa de recurrencia y la ausencia de blancos específicos. Diversas investigaciones demostraron que las células TNBC dependen de niveles elevados de especies reactivas de oxígeno (ROS) para mantener su supervivencia, proliferación e invasividad, lo que posiciona al equilibrio redox como una posible estrategia terapéutica. Las especies del género *Kalanchoe*, especialmente *K. daigremontiana*, son conocidas por sus metabolitos secundarios bioactivos. Aunque el potencial antioxidante de los extractos de *Kalanchoe* ha sido descrito comúnmente mediante ensayos químicos, se conoce poco sobre sus efectos en los niveles de ROS en células cancerosas, particularmente en un contexto dependiente del subtipo tumoral. Este trabajo evaluó los efectos de un extracto de raíz de *K. daigremontiana* sobre los niveles de ROS en dos líneas celulares de cáncer de mama: MCF7 (luminal) y MDA-MB-231 (TNBC). El ROS intracelular se evaluó por citometría de flujo utilizando dihidroetidio (DHE). Los análisis preliminares confirmaron la presencia de compuestos fenólicos en el extracto. Las células MCF7 mostraron un aumento en la población con bajos niveles de ROS, mientras que las células MDA-MB-231 mostraron una disminución. Los efectos diferenciales observados podrían estar estrechamente relacionados con las características intrínsecas del subtipo celular evaluado. Estos hallazgos resaltan la relevancia de los compuestos derivados de *Kalanchoe* en la investigación oncológica centrada en el redox. Los efectos diferenciales sobre los niveles de ROS podrían respaldar estudios futuros enfocados en estrategias terapéuticas dirigidas al redox para subtipos agresivos de cáncer de mama.

Evaluación del efecto nefroprotector del kingidiol y cirsimaritina aislados de *Baccharis conferta* Kunth. en un modelo de lesión renal aguda

Carolee Chuzeville Munguia, Edgar Cano Europa y Gabriela Trejo Tapia
cchuzevillem2200@alumno.ipn.mx

La lesión renal aguda (LRA) se describe como la pérdida de las funciones renales. El mecanismo de esta enfermedad está influenciado por varios factores, generando inflamación y daño a nivel celular. *Baccharis conferta* Kunth, es planta utilizada en la medicina tradicional para el tratamiento de padecimientos relacionados con procesos inflamatorios por la presencia de compuestos con potencial terapéutico. Por lo que, es necesario identificar el posible mecanismo nefroprotector de *B. conferta*. El objetivo de este trabajo fue identificar el posible mecanismo nefroprotector por moléculas como kingidiol y cirsimaritina. Se llevó un proceso cromatográfico continuo a través de columna abierta (fase normal y fase reversa) para el aislamiento de cirsimaritina (cir) y kingidiol (kin) y el establecimiento de las fracciones parcialmente purificadas de cir y kin, Fppc y Fppk, respectivamente. El modelo de LRA se llevó a cabo a través de un modelo animal (ratones NIH Swees). Se establecieron 8 grupos de individuos (n=6), para evaluar cirsimaritina (5, 10 y 20mg/kg) y la Fppc (10 y 20 mg/kg). El estrés oxidativo (peroxidación lipídica, especies reactivas de oxígeno, glutatión oxidado y reducido, y nitritos) se realizó a través de técnicas fluorométricas y espectrofotométricas, mientras que la inflamación fue mediante la medición de los genes IL-1 β y IL-6 por RT-qPCR. El efecto de cir y la Fppc sobre el estrés oxidativo inducido por HgCl₂ indicaron una reducción en la peroxidación lipídica (~100%), ROS (~50%) y nitritos (~70%). El contenido de GSSG (~100%) aumentó derivado de la intoxicación. Las dosis de los tratamientos con cir y Fppc previnieron el aumento en LP, ROS y GSSG. La IL-1 β promovió la IL-6. El grado de daño estableció que los tratamientos de acuerdo a la concentración presentaron un reestablecimiento del grado en una escala de daño severo (>50%) a daño leve (<10%).

Efecto antioxidante y antimicrobiano de fitosteroles de bagazo de *Agave angustifolia* Haw. obtenidos con disolventes eutécticos profundos naturales y métodos de extracción no convencionales

Edna Eugenia García Avila, Brenda Hildeliza Camacho Díaz, Martha Lucía Arenas Ocampo
egarciaab008@alumno.ipn.mx

El bagazo de *Agave* es un residuo aprovechable para la obtención de bioactivos como los fitosteroles, compuestos de interés en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. No obstante, la selección adecuada del método de extracción y del disolvente es determinante para su extracción. En la búsqueda de alternativas sostenibles y eficientes, destacan la extracción asistida por microondas y ultrasonido, así como el uso de Disolventes Eutécticos Profundos Naturales (NADES). El objetivo de este trabajo fue obtener fitosteroles del bagazo de *Agave* mediante extracción asistida por ultrasonido y microondas, en combinación con disolventes NADES, y evaluar su capacidad antioxidante y antimicrobiana. Se prepararon 18 sistemas NADES utilizando cloruro de colina y prolina como aceptores de enlace de hidrógeno (HBA), combinados con azúcares, ácidos orgánicos y dioles como donadores de enlaces de hidrógeno (HBD). Los disolventes se caracterizaron fisicoquímicamente (polaridad, pH y conductividad) y se analizaron sus interacciones por FTIR. La extracción de fitosteroles se llevó a cabo por ultrasonido (80, 100 y 120 minutos) y por microondas (8 segundos) y la eficacia de extracción se evaluó mediante cuantificación cromatográfica y espectrofotométrica. La capacidad antioxidante se evaluó por el método DPPH y la actividad antimicrobiana se evaluará *in vitro*. Como resultados parciales, se seleccionaron 7 disolventes NADES, cuatro a base de cloruro de colina y dioles, y tres de prolina y ácidos orgánicos por su mayor afinidad hacia los compuestos objetivo. El NADES de cloruro de colina-1,2 propanodiol (1:3) mostró la mayor eficiencia de extracción por ultrasonido (100 minutos: 24.738 µg/mL) y microondas (8 s: 25.0435 µg/mL). Respecto a la capacidad antioxidante, los valores más altos de inhibición se obtuvieron con el NADES de prolina-ácido láctico (1:1) por ultrasonido (120 minutos: 74.603 ± 0.21) y microondas (8 s: 80.415).

Estudio de las fitohormonas involucradas durante la germinación y condiciones de desarrollo de plantas de *Pouteria campechiana* (Sapotaceae)

Karen Maybel Granados Vega, Silvia Evangelista Lozano
kgranadosv1801@alumno.ipn.mx

Las fitohormonas son compuestos naturales que actúan como señales moleculares clave en los procesos bioquímicos y fisiológicos de las plantas, regulando funciones como la división celular y el crecimiento. Los cambios ambientales en su concentración, distribución o sensibilidad pueden generar respuestas coordinadas del desarrollo. *Pouteria campechiana* (Sapotaceae) es un árbol frutal originario del sureste de México, actualmente considerado una especie subutilizada. En el estado de Morelos (Yautepec, Jiutepec y San Isidro) se han identificado ejemplares con variación morfológica en hojas y frutos, además de diferencias físicas y fisiológicas. Los frutos presentan distinto número de semillas, las cuales muestran grados variables de germinación precoz. El objetivo de esta investigación fue analizar la dinámica y la interacción entre las fitohormonas endógenas y los factores climáticos que influyen en la germinación y el desarrollo temprano de semillas de *P. campechiana*. Los frutos y hojas se caracterizaron morfológicamente mediante análisis morfométrico e imagen digital. Las semillas fueron escarificadas e inducidas a germinación, evaluándose en etapas de latencia, emergencia de radícula, plúmula, aparición de hojas verdaderas y hasta alcanzar 20 cm de altura. Se realizó una extracción metanólica seguida de una extracción en fase sólida para purificación, y las fitohormonas se identificaron y cuantificaron mediante HPTLC-MS. Se observaron diferencias en los perfiles fitohormonales entre etapas de crecimiento y zonas de procedencia. Las fitohormonas IAA, ABA, GA y t-Z estuvieron presentes en todas las etapas, evidenciando que la germinación de *P. campechiana* no requiere aplicación de reguladores exógenos en su fase temprana. Se detectó alta acumulación de ABA en la primera etapa y una mayor presencia de IAA, GA y t-Z durante la germinación y emergencia. En la zona Jiutepec (2J), el ABA y el IAA mostraron mayores concentraciones, asociándose con un 38 % de germinación prematura, lo que sugiere interacción entre el ambiente y la regulación hormonal.

Efecto inhibitor de monoamino oxidasas y neuroprotector de *Tilia americana* en un modelo de Parkinson inducido por reserpina

Maribel Osorio García, Antonio Ruperto Jiménez Aparicio y Manasés González Cortazar
mosoriog2300@alumno.ipn.mx

La Enfermedad de Parkinson (EP), trastorno neurodegenerativo que afecta a más de 8 millones de personas en el mundo, provoca deterioro de la función motora asociado a muerte de neuronas dopaminérgicas. Las terapias disponibles se dirigen a atenuar la disminución de dopamina en el cerebro, por ejemplo, los inhibidores de la monoaminoxidasa B (MAO-B), enzima que cataliza la desaminación oxidativa de neurotransmisores monoaminérgicos. Aun cuando existen fármacos eficaces, éstos ejercen efectos indeseables y la búsqueda de nuevas moléculas como inhibidoras de MAO y anti-parkinsonianas en modelos biológicos, a partir de plantas medicinales sigue vigente. El objetivo de este trabajo fue aislar compuestos de *T. americana* para determinar su energía de afinidad de unión (ΔG) sobre las MAO-A y B usando herramientas de informática actuales de predicción como son las técnicas *in silico* (*docking molecular*) y evaluar su efecto sobre un modelo *in vivo* de EP-inducido por reserpina (RES). De las hojas de *Tilia americana*, se preparó el extracto metanólico (Ta-MeOH), del cual se aislaron: terpenos (**1-7**), flavonoides (**8-9**), azúcar (**10**) y compuestos fenólicos (**11-14**), que fueron evaluados por *Docking molecular* utilizando como blancos de acción a MAO-A y MAO-B, obtenidas del *Protein Data Bank* co-cristalizadas con Harmina y Safinamida, respectivamente. Los compuestos con mayor afinidad sobre MAO-B fueron glucósido de β -sitosterol (**6**), $\Delta G = 10.8733$ kcal/mol < 8-O-[β -D-xilopiranosil-(1 \rightarrow 6)- β -D-glucopiranosido de (4 ϵ)- α -terpineol (**7**): -11.1434 kcal/mol < tilirósido (**8**): -11.1866 Kcal/mol. La RES en ratones CF-1, provocó pérdida de peso, cambios conductuales importantes (Prueba de Irwin) y deterioro motor (Campo abierto y cilindro rotatorio). Ta-MeOH disminuye el daño conductual, induce recuperación del peso y actividad motora, (**6**) induce recuperación motora, (**8**) actúa sobre el deterioro conductual y el peso. *T. americana* y los compuestos aislados son candidatos para explorar un posible tratamiento contra el deterioro asociado a la EP.

DIRECTORIO

Dra. Kalina Bermúdez Torres
DIRECTORA DEL CEPROBI

M. en C. Roberto Briones Martínez
DECANO DEL CEPROBI

Dra. Arianna Michelle Hernández Sánchez
SUBDIRECTORA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN INTERINA

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

C.P. Amado Rodríguez López
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO

Dra. Silvia Evangelista Lozano
COORDINADORA DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN DESARROLLO DE
PRODUCTOS BIÓTICOS

Correo-e: ceprobi@ipn.mx
www.ceprobi.ipn.mx