

Instituto Politécnico Nacional

Centro de Desarrollo de
Productos Bióticos

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

XVI JORNADAS 2019

27 marzo al 14 de Junio del 2019

Cintillo Legal.

Memorias de las Jornadas del Programa de Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos del CEPROBI-IPN, año 4, vol. IV, Feb. 2019 a Feb. 2020, publicación anual, 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, Apartado Postal 24. ceprobi@ipn.mx Teléfonos: (735) 394 20 20, 3941896, (55) 57 29 60 00 Ext. 82500 / 82505 <https://memoriasdelasjornadasdelprogramamcdpb.ceprobi.mx/> **Editores responsables:** Dra. Gabriela Trejo Tapia y Dr. Mario Rodríguez Monroy. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-021012133500-203, ISSN: 2448-7082, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de éste 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 21 de enero de 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos de la publicación sin previa autorización del IPN.

<https://memoriasdelasjornadasdelprogramamcdpb.ceprobi.mx/>



INSTITUTO
POLITÉCNICO
NACIONAL



CENTRO DE
DESARROLLO DE
PRODUCTOS BIÓTICOS

XVI JORNADAS 2019
DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN DESARROLLO DE
PRODUCTOS BIÓTICOS

ISSN: 2448-7082



XVI JORNADAS 2019
DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN DESARROLLO DE
PRODUCTOS BIÓTICOS



marzo - Junio del 2019

PRESENTACIÓN

El Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional celebró las XVI Jornadas de la Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos del 27 de febrero al 5 de junio de 2019.

El programa de Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos del CEPROBI-IPN inició sus actividades en 1999, celebrando este año el XX Aniversario de su creación. En el año 2001 ingresó al Programa para el Fortalecimiento al Posgrado Nacional (PFPN) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Resultado de la productividad académica de alumnos y profesores, sumado a sus diversas colaboraciones en el ámbito internacional, en 2016 logró el nivel de competencia internacional en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT (PNPC CONACyT).

Las Jornadas de este programa de maestría se llevan a cabo de forma anual y reúnen a estudiantes, docentes y comunidad en general del CEPROBI. Son un foro para la presentación, análisis y discusión de los proyectos de tesis y resultados de investigación de los alumnos. Se han constituido en una acción formativa fundamental para que nuestros alumnos desarrollen y consoliden sus habilidades y capacidades para la investigación científica.

La XVI Jornada de la Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos estuvo integrada por tres partes. En la primera, destacados investigadores como la Dra. Erika Teresa Quintana Cano y el Dr. Mauricio Alberto Trujillo Roldán, compartieron sus líneas de investigación. En la segunda, la Dra. Ariana Michelle Hernández Sánchez nos compartió sus vivencias como estudiante así como su visión sobre los retos y oportunidades de los egresados del CEPROBI. En la tercer parte, 22 estudiantes del programa presentaron sus proyectos de tesis y los resultados de su investigación.

En esta memoria se recopilan los trabajos presentados por nuestros alumnos, con el propósito de difundir los resultados de sus proyectos de tesis y dar a conocer las líneas de investigación del programa. También nos permite mostrar la calidad de la investigación que se desarrolla en el CEPROBI y el nivel de consolidación del programa de la Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos, por el cual cuenta con la máxima acreditación en el PNPC del CONACyT.

Gabriela Trejo Tapia
Directora



• NÚCLEO ACADÉMICO BÁSICO

INVESTIGADOR

CORREO ELECTRÓNICO

Dra. Alma Angélica Del Villar Martínez	adelvillarm@ipn.mx
Dra. Alma Leticia Martínez Ayala	alayala@ipn.mx
Dr. Antonio Ruperto Jiménez Aparicio	aaparici@ipn.mx
Dr. Adrián Guillermo Quintero Gutiérrez	gquinter@ipn.mx
Dra. Edith Agama Acevedo	eagama@ipn.mx
Dra. Elsa Ventura Zapata	eventura@ipn.mx
Dr. Francisco Rodríguez González	frrodriguezg@ipn.mx
Dra. Gabriela Trejo Tapia	gttapia@ipn.mx
Dr. Javier Solorza Feria	jsolorza@ipn.mx
Dra. Kalina Bermúdez Torres	kbermudes@ipn.mx
Dr. Luis Arturo Bello Pérez	labellop@ipn.mx
Dra. Martha Lucía Arenas Ocampo	mlarenas@ipn.mx
Dr. Mario Rodríguez Monroy	mrmonroy@ipn.mx
Dra. Perla Osorio Díaz	posorio@ipn.mx
Dra. Silvia Evangelista Lozano	sevangel@ipn.mx

PROFESORES ASOCIADOS

CEPROBI-IPN

Crescencio Bazaldúa Muñoz
Roberto Briones Martínez
Brenda Hildeliza Camacho Díaz
Roberto Campos Mendiola
María Isabel Cortés Vázquez
Emmanuel Flores Huicochea
Alma Rosa López Laredo
Virginia Medina Pérez
Sandra Leticia Rodríguez Ambriz
Claudia Andrea Romero Bautista
Guadalupe Salcedo Morales
Mirna María Sánchez Rivera
María del Carmen Nuñez Santiago
José Luis Trejo Espino
Pablo Emilio Vanegas Espinoza

ESTUDIANTES DE LAS GENERACIONES B-2018 Y B-2019

Bravo Díaz María Asunción
Brito Uribe Gabriela
Borja Mendiola Guadalupe
Bustamante González Luis Felipe
Casales Tlatilpa Yessica
Duque Buitrago Luisa Fernanda
Galindo Zavala Xiamen Gabriela
Galvis Muñoz Santiago
Hernández Guisao Rafael Eduardo
Jaime Báez Rodrigo
Lagunes Delgado Carolina
Lizcano Delgado Yehudy Yelitza
López Silva Madai
Molina Cabrera Jaqueline
Pineda Alegria Jesús Antonio
Ramos Ortiz Rosailia
Romero Hernandez Hector Adan
Salcedo Salazar Enay de Jesús
Salinas Morales Mariana Itzel
Ureña Rojas Mario Enrique
Urquiza López Araceli
Vigil Cuate Liliana Kelly



Índice

27 Marzo

pag.

- 1. Bravo Díaz María Asunción**
Caracterización química de extractos de raíces transformadas de *Kalanchoe daigremontiana* 1
- 2. Bustamante González Luis Felipe**
Bioabsorción de Fe (II) a partir de nopal en polvo *Opuntia ficus-indica* L. Miller 2
- 3. Jaime Báez Rodrigo**
Desarrollo de un producto de panificación adicionado con salvado de arroz y evaluación de sus propiedades funcionales y tecnológicas 3

3 Abril

- 4. Lagunes Delgado Carolina**
Compuestos bioactivos de la harina integral de mango inmaduro: Alternativa para valorización del fruto 4
- 5. Lizcano Delgado Yehudy Yelitza**
Cuantificación de metales pesados y microorganismos en un jagüey del Estado de Morelos y su remoción mediante pectina 5
- 6. Molina Cabrera Jaqueline**
Caracterización farmacológica de *Eysenhardtia polystachya* y sus compuestos químicos en modelos de dolor agudo en ratón 6



17 Abril

pag.

7. Salcedo Salazar Enay de Jesús

Fermentabilidad colónica *in vitro* e *in vivo* de almidón de maíz modificado

7

8. Ureña Rojas Mario Enrique

Evaluación de la actividad biológica de bacterias endófitas de *Stevia rebaudiana*

8

9. Vigil Cuate Liliana Kelly

Elaboración de una golosina simbiótica con fructanos de agave, como auxiliar en la disbiosis intestinal

9

8 Mayo

10. Borja Mendiola Guadalupe

Determinación de la interacción en mezcla de biopolímero chía (*Salvia hispanica*) y gelatina bovina a través de viscosidad intrínseca

10

11. Romero Hernandez Hector Adan

Modificación por esterificación del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) para la encapsulación de aceite vegetal

11

12. Salinas Morales Mariana Itzel

Desarrollo de nanotransportadores de oro para aplicación en terapia dirigida

12

13. Urquiza López Araceli

Caracterización química de líneas celulares de *Rosmarinus officinalis*

13



22 Mayo

pag.

14. Pineda Alegria Jesús Antonio

Evaluación de la actividad nematocida de extractos orgánicos de plantas y de su combinación con extractos de hongos

14

15. Ramos Ortiz Rosailia

Efecto del tratamiento por alta presión hidrostática sobre la tecnofuncionalidad del salvado de arroz

15

16. Brito Uribe Gabriela

Evaluación de parámetros morfológicos, fotosintéticos y producción de glucósidos de esteviol de *Stevia rebaudiana* bajo tres niveles de luminosidad

16

29 Mayo

17. Galvis Muñoz Santiago

Estudio de malformaciones en de la raíz y el efecto de la poda mecánica en plantas de zapote amarillo *Pouteria campechiana* (Kunth) Baheni

17

18. Hernández Guisao Rafael Eduardo

Producción de una bacteria endófito de *Stevia rebaudiana* en biorreactor

18

19. López Silva Madai

Efecto del contenido de amilosa en la esterificación del almidón de maíz

19



5 Junio

pag.

20. Casales Tlatilpa Yessica

Análisis del perfil químico de extractos de *Kalanchoe daigremontiana* y su efecto citotóxico sobre la línea celular MDA-MB-231 20

21. Duque Buitrago Luisa Fernanda

Carbohidratos y compuestos antioxidantes de zapote amarillo (*Pouteria campechiana*): caracterización y funcionalidad en dos etapas de desarrollo del fruto 21

22. Galindo Zavala Xiamen Gabriela

Efecto del peso molecular en las propiedades reológicas de soluciones de mucílago de *Opuntia ficus-Indica* 22



Caracterización química de extractos de raíces transformadas de *Kalanchoe daigremontiana*

María Asunción Bravo Díaz, Alejandro Cifuentes Gallego, Alma Angelica Del Villar Martínez;
mbravod1800@alumno.ipn.mx

En los últimos años la investigación de plantas medicinales ha incrementado, lo cual permite identificar algunos metabolitos secundarios y establecer la relación de estos con la actividad biológica reportada para la planta. *Kalanchoe daigremontiana* (Crassulaceae) es una planta suculenta originaria de Madagascar que se utiliza en la medicina tradicional para el tratamiento de cáncer, inflamaciones, fiebre, tos y dolores de cabeza, por lo que ha sido llamada como “hoja milagrosa”, aunque comúnmente se le conoce como “madre de miles”. En plantas del género *Kalanchoe* se han aislado e identificado compuestos como flavonoides y esteroides. Algunos de los esteroides identificados en esta especie presentan elevada actividad citotóxica y se acumulan en pequeñas cantidades en las raíces. El cultivo de “hairy roots”, es una estrategia por la cual se inducen raíces mediante una infección por *Agrobacterium rhizogenes*. La ventaja de las “hairy roots”, es su velocidad de crecimiento en un medio de cultivo sin hormonas, su estabilidad genética y fitoquímica, así como el incremento del rendimiento de ciertos metabolitos. El objetivo de este trabajo es obtener raíces transformadas y caracterizar los extractos de líneas de raíces de *K. daigremontiana* que se deriven de la transformación genética. La transformación genética se realizará mediante la infección de segmentos internodales de la plántula, los explantes con raíces inducidas se transferirán a diferentes medios de cultivo semisólido y líquido, posteriormente se seleccionaran 4 líneas por explante y se cultivaran en medio líquido con antibiótico para eliminar la bacteria, se realizaran 2 sub-cultivos en medio sin antibiótico para confirmar la eliminación total de la bacteria. La confirmación de la transformación genética será mediante la identificación de los genes *rol* (A, B y C) y *VirD2* en el genoma de las raíces putativamente transformadas. Una vez confirmada la transformación genética, se seleccionaran las líneas transformadas y se mantendrá el cultivo en medio líquido para la obtención de la biomasa, se realizará la caracterización de los extractos mediante la técnica de cromatografía de capa fina para seleccionar la líneas con un perfil interesante y se analizaran por UHPLC-MS/MS (ESI-) y GC-MS/MS.



Bioabsorción de Fe (II) a partir de nopal en polvo *Opuntia ficus-indica* L. Miller

Luís Felipe Bustamante González, Antonio Ruperto Jiménez Aparicio y Francisco Rodríguez González.
lbustamanteg1800@alumno.ipn.mx

El nopal *Opuntia ficus-indica* es un alimento de gran interés comercial en subproductos y derivados, además resulta ser un agente alternativo ante procesos de remediación de suelos y aguas residuales, incluso como componente disponible para la formulación de biopelículas, entre otros. Los estudios sobre la caracterización de compuestos biológicos, como los derivados del nopal, están basados en métodos cinéticos y fisicoquímicos para el atrapamiento y transporte de elementos como minerales y metales pesados presentes en solución, éstos presentan ciertas características como cierto nivel crítico de toxicidad entre otros, que pueden ser de interés para la industria farmacéutica. Sin embargo, son pocos los métodos reportados para la adsorción de hierro (Fe); este último es el cuarto elemento más abundante de la corteza terrestre, se encuentra principalmente en minerales, mantos freáticos y de manera biológica en la sangre. Actualmente varios trabajos reportados han hecho uso de componentes del nopal para sistemas de biorremediación de aguas residuales, remoción de metales pesados y minerales. También, se ha mencionado que parámetros como el pH, la temperatura, la concentración inicial de iones metálicos presentes en la solución entre otros, son factores importantes que muestran un efecto en la adsorción máxima de iones metálicos usando materiales biológicos para su remoción. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es estudiar y establecer las condiciones óptimas de la bioabsorción de Fe (II) mediante nopal en polvo. Para ello se usará nopal deshidratado en polvo (ND), al cual se le realizará un análisis químico proximal y una identificación de grupos funcionales por medio de espectroscopia por infrarrojo. También, se llevarán a cabo estudios de adsorción de Fe (II), el cual estará presente en agua, usando el nopal en polvo como material adsorbente; para dichos estudios se van a variar parámetros como: la concentración inicial de Fe (II) presente en la solución, el pH, la dosis de ND aplicado, temperatura de trabajo y tiempo de contacto, lo anterior con la finalidad de establecer las condiciones óptimas para tener la adsorción máxima de Fe (II) y aplicar modelos matemáticos, ya establecidos, que permitan explicar el proceso de adsorción.



Desarrollo de un producto de panificación adicionado con salvado de arroz y evaluación de sus propiedades funcionales y tecnológicas

Rodrigo Jaime Báez, Jordi Saldo Periago y Adrián Guillermo Quintero Gutiérrez;
rjaimeb1700@alumno.ipn.mx

El pan de harina integral se define como: “producto que resulta de la panificación de la masa fermentada, preparada con mezclas de harina de trigo integrales, harinas de cereales integrales o harina de leguminosas, agua, sal, azúcares, grasas comestibles, otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos” (NOM 247 SSA1-2008). La harina de trigo es un ingrediente muy importante y determinante para lograr las propiedades sensoriales y reológicas características de este producto. Esto se debe a la estructura del gluten de la harina de trigo y a las interacciones entre las proteínas que lo integran, particularmente las gluteninas y gliadinas unidas por puentes disulfuro. El salvado de arroz (SA) es un subproducto del arroz, con gran contenido de nutrimentos entre ellos fibra (23-28%) y grasas saludables (20%), además de compuestos bioactivos como tocoferoles, tocotrienoles, fenoles y gamma-oryzanol. El SA posee características tecnológicas como su capacidad de absorción de agua y aceite, formación de espuma, emulsión, agente gelificante y de formación; que hacen que sea un ingrediente elegible para ser introducido en una matriz alimentaria, por ejemplo en un producto de panificación; ya que puede repercutir en una mayor firmeza de miga, mejor perfil de porosidad, buen volumen de hogaza y contribuir en una mejora nutricional. El objetivo del trabajo es elaborar un producto de panificación adicionado con SA y aceite de salvado de arroz, así como la evaluar las características tecnológicas como funcionales de las masas adicionadas con salvado y aceite. Para lograr esto el proceso metodológico constará de 4 etapas: una el acondicionamiento de la materia prima que comprende la estabilización del SA, reducción del tamaño de partícula, extracción de aceite y las formulaciones para las masas. La etapa dos donde se realizaran las evaluaciones tecnológicas de las masas: absorción de agua y aceite, capacidad gelificante y formación de espuma y emulsión. La tercera etapa se realizará análisis sensorial, análisis químico proximal y pruebas físicas al producto y finalmente en la cuarta etapa se realizarán las pruebas funcionales: digestión *in-vitro*, capacidad antioxidante, absorción azúcar y estabilidad de gamma-oryzanol.

Compuestos bioactivos de la harina integral de mango inmaduro: Alternativa para valorización del fruto

Carolina Lagunes Delgado, Omar Patiño Rodríguez y Edith Agama Acevedo,
clagunesd1800@alumno.ipn.mx

La cáscara y la pulpa de mango en estado inmaduro presentan alto contenido de compuestos bioactivos, dentro de los que destacan la fibra y compuestos con capacidad antioxidante (polifenoles, carotenoides, vitamina E y C). Adicionalmente, el hueso del mango es una fuente importante de dichos compuestos como ácidos grasos insaturados, polifenoles, almidón de digestión lenta y resistente. Estos pueden ayudar a la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer de colon, diabetes, entre otras. Los polifenoles y flavonoides han mostrado tener un efecto antiproliferativo en algunas líneas de cáncer, mientras que los carbohidratos (fibra, almidón de lenta digestión y resistente) se asocian con el buen funcionamiento del sistema digestivo (ayuda al tránsito intestinal y a la saciedad) y prevención de cáncer de colon. En el caso de la pulpa del mango, la cantidad y calidad de estos compuestos presentes en esta porción del fruto, no solo depende del genotipo sino también de su estado de madurez. Aproximadamente, el 50% de la producción de mango en México se desperdicia; gran parte de la pérdida del mango se da en las primeras etapas de su producción agrícola, lo que ocasiona la generación de insectos, roedores y microorganismos, que tiene un impacto negativo al medio ambiente. En el manejo postcosecha, la falta de infraestructura y planeación adecuada, así como la poca capacitación de los obreros, provocan que se pierda otro volumen importante de la producción de mango. Existe interés en desarrollar “alimentos con conciencia”, que, desde el inicio de la cadena de producción, se tengan procesos que no impacten al medio ambiente, por los efectos que el desperdicio de alimentos tiene en el cambio climático. Una alternativa es utilizar el mango en estado inmaduro de manera integral como posible fuente de carbohidratos que sean lentamente digeribles y/o no digeribles, así como fuente de compuestos con alta capacidad antioxidante como son la clorofila, polifenoles y carotenoides. El objetivo del trabajo es caracterizar los compuestos bioactivos en la harina integral de mango inmaduro, para posicionarlo como un ingrediente funcional, que pueda incorporarse en alimentos, disminuyendo los desechos y contribuyendo a un sistema alimentario sustentable.



Cuantificación de metales pesados y microorganismos en un jagüey del Estado de Morelos y su remoción mediante pectina

Yehudy Yelitza Lizcano Delgado, Jonathan Muthuswamy Ponniah y Francisco Rodríguez González;
ylizcanod1800@alumno.ipn.mx

La escasez de agua dulce y de agua potable, ha llevado a muchos investigadores a centrar su atención en la búsqueda de métodos capaces de eliminar o disminuir la contaminación de los cuerpos de agua, especialmente aquellos que representan una fuente hídrica importante, como es el caso del lago de Tequesquitengo en el Estado de Morelos. En agua de este lago es usada para sistemas de riego de cultivos, pesca y usos recreativos; y actualmente los estudios de ésta se limitan a la microbiota, dejando una gran interrogante acerca de su calidad fisicoquímica y la presencia de metales pesados. Por otro lado, la presencia de metales pesados y microorganismos en cuerpos de agua representa una seria amenaza para la salud de los seres vivos que la consumen. En México, la NOM-127-SSA1-1994 establece las características del agua de uso y consumo humano, y comunica las técnicas que deben emplearse para su potabilización. Éstas consisten en el uso de agentes químicos, los cuales después de ser usados dejan trazas en el agua, y al ser consumidos se acumulan representando un riesgo a largo plazo para la salud. Como alternativa a estas técnicas, se ha propuesto el uso de algunos biopolímeros capaces de remover iones metálicos y microorganismos. Muchos biopolímeros al ser de origen natural poseen pectinas, componente de la pared celular vegetal constituido mayoritariamente de ácido galacturónico, este último tiene la capacidad de formar enlaces complejos debido a sus grupos carbonilo y carboxilo, y los iones contaminantes presentes en el agua. Por esta razón, el objetivo de este estudio es remover metales pesados y microorganismos presentes en muestras de agua del lago de Tequesquitengo mediante la aplicación de una pectina comercial. Para ello se realizará un muestreo de agua de dicho sitio, a la cual se le realizará su caracterización fisicoquímica, cuantificación de metales pesados y microorganismos coliformes; estas dos últimas se llevarán a cabo mediante espectrofotometría de absorción atómica y la técnica de recuento en placa, respectivamente. Posteriormente se harán pruebas de remoción con la pectina y se comprobará su efectividad realizando nuevamente la cuantificación de coliformes y metales pesados.



Caracterización farmacológica de *Eysenhardtia polystachya* y sus compuestos químicos en modelos de dolor agudo en ratón

Jaqueline Molina Cabrera, Rosa Mariana Montiel Ruiz y Gabriela Trejo Tapia;
jmolinac1800@alumno.ipn.mx

El dolor representa una característica permanente de muchas enfermedades que pueden no ser mortales, sin embargo, provocan incapacidad. Entre los medicamentos más utilizados para su tratamiento se encuentran los anti-inflamatorios no esteroideos (AINEs), opioides y fármacos adyuvantes. Sin embargo, el uso prolongado de estos fármacos conduce a una variedad de efectos adversos como hemorragia gastrointestinal, daño hepático, úlceras estomacales, etc. Esto hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas farmacológicas, dentro de las cuales se incluye a las plantas medicinales. *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. es un arbusto de la familia Fabaceae ampliamente utilizado en la medicina tradicional mexicana, principalmente para tratar afecciones renales, diabetes e inflamación. Evidencia científica indica que los extractos acuosos y metanólicos de *E. polystachya* tienen actividad hipoglucemiante, antioxidante, antimicrobiana y antiinflamatoria, además se han podido aislar e identificar diversos compuestos como flavonoides que participan en esos efectos. El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto analgésico de la hoja de *E. polystachya* en modelos de dolor agudo en ratón y determinar las posibles vías que participan en este efecto; así como, determinar el perfil fitoquímico del extracto con mayor actividad. El material vegetal se colectará en el municipio de Puente de Ixtla, Morelos. Se obtendrán extractos de diversa polaridad (acuoso, metanólico, acetato de etilo y hexánico) de la hoja de *E. polystachya* para la determinación de su actividad analgésica. Para ello se usará el modelo de estiramiento abdominal y de retiro de la cola por estímulo térmico (cepa ICR, 28-30 g de peso corporal). Los animales serán tratados con diferentes dosis (10, 30 y 100 mg/kg, p.o.) de los extractos mencionados. Se determinarán las posibles vías involucradas en el efecto analgésico de los extractos con mayor actividad analgésica, mediante el uso de diversos antagonistas, inhibidores y bloqueadores de las vías de señalización del dolor. Además, se determinará el perfil toxicológico del extracto de *E. polystachya* con el mayor efecto analgésico mediante el análisis de daño gástrico y toxicidad aguda en ratón (Método de Lorke). Adicionalmente, los extractos obtenidos de *E. polystachya* serán analizados mediante técnicas de cromatografía y espectroscopia para la identificación de los compuestos mayoritarios.

Fermentabilidad colónica *in vitro* e *in vivo* de almidón de maíz modificado

Enay Salcedo Salazar, Perla Osorio Díaz;
esalcedos1800@alumno.ipn.mx

Las modificaciones en los almidones tanto físicas, químicas y enzimáticas, se han utilizado ampliamente para mejorar las propiedades funcionales y nutricionales de los almidones nativos. Un ejemplo de esto es aumentar el contenido de almidón resistente, el cual al pasar por el tracto gastrointestinal no logra ser hidrolizado por las enzimas digestivas, sino que llega al colon. El almidón resistente al llegar al colon es un sustrato utilizado por la microbiota para la fermentación, generando una producción de derivados; como gas o ácidos grasos de cadena corta (AGCC), principalmente propionato, butirato y acetato. Estos últimos se asocian a beneficios en la salud del huésped. Sin embargo, se ha observado que la presencia de un probiótico modifica el proceso de fermentación y por ende los productos de ésta. Lo cual podría verse reflejado en los efectos benéficos del huésped. Por tanto, el objetivo del trabajo es estudiar el efecto de las distintas modificaciones, tanto física, química y enzimática, en el almidón de maíz sobre las propiedades de fermentación colónica, en presencia de un probiótico. Se evaluará el grado de digestibilidad de los almidones, mediante un modelo *in vitro*, simulando las condiciones fisiológicas, teniendo en cuenta la presencia de enzimas digestivas, pH, tiempo de digestión y concentración de electrolitos, entre otros factores. Las fracciones no digeribles derivadas de la digestibilidad, tanto soluble como insoluble, se someterán a una fermentación colónica *in vitro* utilizando inóculo fecal humanos y un probiótico. Donde se cuantificará la producción de AGCC, como el acetato, propionato y butirato a las 0, 2, 6, 8, 10, 24, 48 horas, así como la producción de gas, pH y el residuo no fermentado. De igual forma se evaluará la fermentabilidad del almidón de maíz modificado y la participación del probiótico en sistemas *in vivo* en modelo murino, donde se realizaran análisis histológicos y evaluaciones de las heces, AGCC, pH, peso y análisis de las bacterias, para conocer la influencia de un probiótico sobre el proceso de fermentación colónica.



Evaluación de la actividad biológica de bacterias endófitas de *Stevia rebaudiana*

Mario Enrique Ureña Rojas, Mario Rodríguez Monroy;
murenar1800@alumno.ipn.mx

Las bacterias endófitas son microorganismos que viven dentro del tejido vegetal sin ocasionar afectación a la planta huésped, y estos a su vez le generan compuestos promotores de crecimiento y/o protección contra fitopatógenos. Estos mecanismos de antagonismo pueden darse por la generación de compuestos antibióticos que inhiban el crecimiento del patógeno, que pretende colonizar el mismo nicho que los endófitos. Por otra parte, *Stevia rebaudiana* es una planta introducida en México en 2010, y su producción ha aumentado en diversos estados por su alta demanda. En países productores como Paraguay, Colombia y Venezuela se han reportado enfermedades causadas por organismo fitopatógenos, sin embargo, en México no existen reportes de enfermedades relacionadas a estos organismos, por lo cual los endófitos de *S. rebaudiana* podrían promover la protección de la planta contra fitopatógenos. Montes-Salazar en el 2018, realizó el aislamiento de 12 bacterias endófitas de raíz, tallo y hoja de plantas de *S. rebaudiana* cultivadas en Yucatán, México. En el proyecto del grupo de trabajo se está caracterizando su capacidad promotora de crecimiento vegetal, sin embargo, es de interés conocer si también presentan actividad biológica contra hongos fitopatógenos. Basado en lo anterior, el objetivo de este trabajo es evaluar la capacidad antifúngica de bacterias endófitas de *S. rebaudiana*. Se realizará una selección de las 12 cepas mediante pruebas de enfrentamientos contra hongos fitopatógenos: *Fusarium oxysporum* y *Fusarium proliferatum* mediante la técnica de los cuatro puntos, donde se evaluará el crecimiento radial del hongo, teniendo como resultado positivo la reducción de crecimiento en dirección hacia el endófito. Las cepas con mayor porcentaje de inhibición se crecerán en co-cultivo con cada uno de los hongos fitopatógenos para demostrar la actividad inhibitoria de manera individual. Se realizará el cultivo en medio líquido de las bacterias seleccionadas y se separará la biomasa mediante centrifugación, se extraerán compuestos de origen peptídicos y metabolitos secundarios que pueden ser los responsables de la actividad biocontroladora. Se espera seleccionar cepas con capacidad antifúngica y la identificación de los compuestos responsables.



Elaboración de una golosina simbiótica con fructanos de agave, como auxiliar en la disbiosis intestinal

Liliana Kelly Vigil Cuate, Sandra Victoria Avila Reyes y Martha Lucia Arenas Ocampo;
kvigilc1800@alumno.ipn.mx

El equilibrio de la microbiota intestinal (MI) se encuentra asociada a la regulación del metabolismo, además de proporcionar una protección eficiente contra microorganismos patógenos oportunistas a través de la exclusión competitiva del huésped. Su alteración (disbiosis) temporal o permanente puede dañar la homeostasis intestinal y modificar el nivel de metabolitos presentes como los ácidos grasos de cadena corta. De esta manera, este problema se puede prevenir con el consumo de probióticos y prebióticos. Los probióticos son microorganismos vivos que en cantidades adecuadas tienen efectos benéficos para la salud cuando se consumen. Por otro lado, los prebióticos son ingredientes alimentarios capaces de modificar la composición y actividad de la MI. Los fructanos de agave son polisacáridos ramificados constituidos por cadenas de fructosa cuya síntesis parte de una sacarosa, a los fructanos se les ha demostrado su capacidad prebiótica, ya que son fermentados por la MI produciendo ácidos grasos de cadena corta. Su estructura les confiere propiedades como edulcorantes, estabilizantes y gelificantes. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es la elaboración de una golosina simbiótica con fructanos de agave como auxiliar en la disbiosis intestinal. Las golosinas se obtendrán mediante gelación iónica con una presentación final “golosina tipo gomita”. Para encontrar las condiciones de encapsulación, se realizará un diseño experimental considerando los agentes encapsulantes y la viabilidad de los probióticos. Los análisis proximales se realizarán de acuerdo con la NOM-086.SSA1-1994. La caracterización microestructural de la golosina se obtendrá utilizando Microscopía Óptica y Microscopía Confocal de Barrido Láser (MCBL). Para determinar la estructura de la golosina se realizará Espectroscopía Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR) y Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC). Las propiedades mecánicas se medirán utilizando un analizador de textura y el color de la golosina se determinará utilizando un colorímetro y el modelo CIE-Lab. Finalmente se realizará un análisis sensorial para conocer la aceptabilidad de la golosina.



Determinación de la interacción en mezcla de biopolímero chíá (*Salvia hispanica*) y gelatina bovina a través de viscosidad intrínseca

Guadalupe Borja Mendiola, Emmanuel Flores Huicochea y Javier Solorza Fera; gborjam1700@alumno.ipn.mx

La contaminación ambiental, a nivel mundial se ha incrementado, debido a la disposición final de plásticos; esto ha originado que diversas compañías e investigadores desarrollen plásticos biodegradables, como alternativa a los plásticos convencionales, usando biopolímeros como materia prima. La gelatina y el mucilago de chíá (*Salvia Hispanica*) son biopolímeros que se pueden usar en una mezcla como fuente de bioplástico, debido a que el primero es polisacárido y el segundo una proteína, estudios han demostrado que existen interacciones entre ellos, dadas por la atracción electrostática, además de otros factores como el pH y temperatura, ya tienen un efecto sobre la interacción de ambos. Técnicas como reología, calorimetría de barrido diferencial y viscosidad intrínseca, entre otras permiten determinar la interacción molecular. La determinación de la viscosidad intrínseca permite conocer la interacción, a través de la comparación del volumen molecular de los biopolímeros individuales y en mezcla. Se propone medir la viscosidad intrínseca del mucilago de chíá (100:0), gelatina (0:100) y la mezcla chíá-gelatina usando las relaciones 25:75, 50:50 y 75:25 a 25 °C, así como la adición de iones de NaCl. El análisis de los resultados, permitirá determinar si existen interacciones que presentes, si la viscosidad intrínseca de la mezcla medida experimentalmente es mayor que la estimada, obtenida a partir de la media ponderada, se puede decir que hay una interacción. Con base a los resultados obtenidos, se observó, que los polímeros de manera individual muestran interacción con el solvente, siendo la concentración de 5 mM de NaCl la que mejores resultados arrojo para los dos polímeros, debido a que las moléculas se encuentran menos rígidas, lo que hace que estén disponibles para interacciones. Sin embargo, sin importar la relación de las mezclas con las que son elaboradas, se pudo corroborar que existen interacciones entre los biopolimeros, entre menor cantidad de biopolímero de gelatina se adiciona la viscosidad intrínseca aumenta, ya que la gelatina mostró viscosidades menores a lo que reportan otros autores, por lo que podría ser que la carga que se necesita para que se obtengan las interacciones deseadas, sea inadecuada.

Modificación por esterificación del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) para la encapsulación de aceite vegetal

Hector Adan Romero Hernandez, Mirna María Sánchez Rivera y Luis Arturo Bello Pérez,
hromeroh1700@alumno.ipn.mx

La microencapsulación es una tecnología para proteger y conservar compuestos sensibles a condiciones externas como luz, temperatura, oxígeno, humedad, o evitar su reacción con otras sustancias presentes en el sistema donde se adiciona. La industria alimentaria y farmacéutica emplea el almidón como material de protección o “pared” para encapsular sustancias. Los gránulos de almidón de malanga son pequeños y tienden a formar agregados esféricos porosos durante el secado por aspersión, son capaces de encapsular aceites en forma limitada. Sin embargo, los almidones nativos (como se aíslan de la fuente botánica) son de naturaleza hidrofílica, y para aumentar su capacidad encapsulante es necesario hacer modificaciones en su estructura. La modificación química del almidón por esterificación con anhídrido octenil succínico (OSA, por sus siglas en inglés, *octenyl succinic anhydride*), introduce cadenas carbonatadas por enlaces éster a la estructura del almidón, las cuales sustituyen a grupos hidroxilos que aumenta la capacidad emulsionante y ha sido utilizado para la retención de compuestos hidrofóbicos. El objetivo del trabajo fue evaluar el almidón de malanga modificado con OSA como material pared en la encapsulación de aceite vegetal de aguacate mediante secado por aspersión, para obtener microcápsulas con mayor capacidad de retención de aceite que el almidón nativo. El almidón-OSA presentó un grado de sustitución de 0.016, la microscopía electrónica de barrido (MEB) reveló que los gránulos de almidón no mostraron daños o alteraciones superficiales; sin embargo, se observó disminución de 8.9% en el contenido de amilosa (almidón nativo) a 6.1% por efecto de la esterificación, además, la temperatura y entalpia de gelatinización del almidón esterificado ($T_p=80.8\text{ }^\circ\text{C}$ y $H=7.9\text{ J/g}$) fue menor al almidón nativo ($T_p=86.1\text{ }^\circ\text{C}$ y $H=8.5\text{ J/g}$). El almidón de malanga esterificado mostró mayor capacidad e índice de emulsificación que el almidón nativo. Los resultados obtenidos se atribuyen a las condiciones de reacción y a la adición del grupo funcional OSA que permite una mayor retención del aceite encapsulado con la obtención de mayor eficiencia de encapsulación.



Desarrollo de nanotransportadores de oro para aplicación en terapia dirigida

Salinas Morales Mariana Itzel, Jaramillo Quintero Lidia Patricia y Martínez Ayala Alma Leticia.
msalinasm1700@alumno.ipn.mx

Las semillas de *Jatropha curcas L.* contienen entre 22-28% de proteína, destacando una proteína inactivadora de ribosomas del tipo 1 denominada curcina, que presenta actividad antifúngica, antiviral y antitumoral. Debido a su actividad antitumoral se ha propuesto en la medicina como agente terapéutico viable. Así mismo, la nanotecnología ha hecho aportaciones en el área biomédica, mediante el uso de estructuras nanométricas en el transporte de fármacos como parte de las terapias dirigidas. Durante la década pasada, diversos vehículos de entrega han sido diseñados basándose en diferentes nanomateriales poliméricos como es la curcina, dendrimeros, liposomas y nanotubos. Recientemente las nanopartículas de oro han surgido como una alternativa atractiva para la entrega de medicamentos en blancos específicos. Debido a la demanda que existe de nanopartículas de oro, se ha desarrollado una gama de técnicas físicas y químicas para producir nanopartículas de diferentes tamaños y formas. El enfoque físico incluye técnicas como: la ablación con láser y la litografía. Por otro lado, dentro de las técnicas químicas se encuentran: la reducción química, la electroquímica y la reducción fotoquímica. Se ha demostrado que durante el proceso de síntesis, el tamaño, la forma, la estabilidad y las propiedades físico-químicas de las nanopartículas están fuertemente influenciadas por factores como la temperatura, la concentración del agente reductor y del precursor metálico. En consecuencia, el diseño de un proceso que controle dichos factores se encuentra actualmente a la vanguardia de la investigación en la síntesis de nanopartículas. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue biosintetizar nanopartículas de oro con curcina como agente reductor. Para esto se purificó y caracterizó la proteína curcina mediante cromatografía de intercambio iónico y se obtuvieron las nanopartículas de oro-curcina y se caracterizaron mediante Espectroscopia UV-Visible, Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) y Microscopía Electrónica de Transmisión (MET).



Caracterización química de líneas celulares de *Rosmarinus officinalis*

Araceli Urquiza López, Alejandro Cifuentes Gallego, Alma Angélica Del Villar Martínez,
aurquiza1700@alumno.ipn.mx

El romero (*Rosmarinus officinalis*), es una planta medicinal aromática que pertenece a la familia Lamiaceae y que acumula compuestos de interés para la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética. Diversos estudios reportan que los extractos de romero tienen actividad antioxidante, antiinflamatoria y antibacteriana. Los compuestos bioactivos mayoritarios identificados en esta especie son el ácido rosmarínico, el ácido carnósico y el carnosol. Para lograr la producción estable y controlada de los compuestos de interés producidos por romero se han establecido cultivos *in vitro*. La acumulación de los metabolitos en los cultivos *in vitro* usualmente es menor con respecto a la planta, es por ello que se considera importante establecer métodos para potenciar la biosíntesis y acumulación de moléculas bioactivas. El objetivo del trabajo es analizar el perfil de metabolitos de líneas celulares de romero con características fenotípicas contrastantes. Se cultivaron explantes de hojas apicales de romero desinfestados en medio Murashige y Skoog con sacarosa (30 g/L), fitagel (3 g/L), 6-benzilaminopurina (BAP, 2 mg/L) y ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D, 2 mg/L). En este trabajo se estableció el cultivo *in vitro* de romero, se realizó la extracción de compuestos con etanol absoluto utilizando extracción asistida por ultrasonido. Los extractos se analizaron mediante cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas de ultra alta resolución (UHPLC-MS/MS) y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas de ultra alta resolución (GC-MS). Se observó la desdiferenciación completa a los 30 días de la siembra. En este proceso se observaron agregados con características fenotípicas diferentes, los cuales se separaron y se sub-cultivaron bajo las mismas condiciones. El criterio de selección fue el color, de esta manera se originaron 3 líneas celulares, verde (*RoG*), blanca (*RoW*) y amarilla (*RoY*). Se logró la identificación de 35 compuestos en la línea *RoG*, 28 en la línea blanca *RoW* y 33 en la línea *RoY*. El ácido rosmarínico se identificó en las tres líneas celulares; este compuesto es característico del romero.



Evaluación de la actividad nematocida de extractos orgánicos de plantas y de su combinación con extractos de hongos

Jesús Antonio Pineda Alegría, Manasés González Cortazar y Elsa Ventura Zapata;
jpinedaa1700@alumno.ipn.mx

Durante las últimas décadas, las enfermedades causadas por nematodos gastrointestinales han ocasionado un gran impacto económico para el sector ganadero. De igual manera, el uso indiscriminado e inadecuado de productos de origen químico para el control de estos nematodos ha generado la resistencia antihelmíntica. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad nematocida de los extractos y fracciones de la planta *Physalis peruviana* y el hongo comestible *Lentinula edodes*, así como, la combinación de ambos contra huevos y larvas de *Haemonchus contortus*. Los basidiomas de *L. edodes* fueron otorgados por parte de El Colegio de la Frontera Sur; mientras que, las plantas de *P. peruviana* fueron cultivadas en el CEPROBI. Se realizaron los extractos de *L. edodes* (acetato de etilo, metanólico y acuoso) y metanólicos de *P. peruviana* (raíz, hoja-tallo y fruto) mediante maceración. El fraccionamiento de los extractos se llevó a cabo mediante cromatografía de columna abierta. Para la evaluación de la actividad nematocida se utilizaron huevos y larvas infectantes (L_3) de *H. contortus*. Los bioensayos se llevaron a cabo en placas de microtitulación de 96 pozos utilizando 100 huevos/larvas, un volumen final de 100 μ L y las distintas concentraciones de extractos/fracciones ($n=4$). Las lecturas de los bioensayos se realizaron a las 48 h en el caso de la inhibición de la eclosión de huevos (IEH) y a las 24, 48 y 72 h para la mortalidad de larvas (ML). Los extractos con mayor porcentaje de IEH fueron el de acetato de etilo (100%) de *L. edodes* y el extracto metanólico del fruto de *P. peruviana* (100%). Para la ML, el extracto acuoso de *L. edodes* presentó un 69% y el extracto metanólico del fruto de *P. peruviana* un 50%. La combinación de ambos extractos mostró un 50% en la ML. La fracción 2 de *L. edodes* tuvo un 13% y la fracción 4 de *P. peruviana* un 9% en la ML. Los datos fueron analizados utilizando un diseño completamente al azar y la prueba Tukey. Aún faltan algunos bioensayos por llevar a cabo, así como la identificación de metabolitos responsables de la actividad nematocida.



Efecto del tratamiento por alta presión hidrostática sobre la tecnofuncionalidad del salvado de arroz

Rosailia Ramos Ortiz, Jordi Saldo Periago y Adrián Guillermo Quintero Gutiérrez.
rramoso1700@alumno.ipn.mx

El salvado de arroz (SA) es un subproducto de la molienda de arroz; de bajo costo, alto valor nutricional y propiedades funcionales que le permiten ser incorporado en diferentes matrices alimentarias, las cuales pueden ser modificadas por alta presión hidrostática (APH). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de APH en las propiedades físicas, químicas y tecnofuncionales del salvado de arroz. El SA se trató con 3 niveles de APH (100, 250 y 400 MPa), 3 niveles de tiempos (5, 10 y 15 minutos) y tres temperaturas (20, 40 y 60 °C); Para el análisis estadístico de las muestras de SA procedente de Morelos (CEPROBI) y de Barcelona (UAB), se usó el diseño experimental de Box-Behnken. En cada muestra se determinó el análisis químico proximal, obteniendo 24-25 % en fibra, 18-20 % en proteína, 10-11 % de lípidos, 7-9 % de cenizas y 8-10 % de humedad, la actividad de la enzima lipasa por espectrofotometría fue de 39.28 U/g; el mejor tratamiento de APH en la inactivación de la enzima lipasa fue de 400 MPa, 5 min y 60°C, dando como resultado 0.06 % de actividad residual. Para la caracterización físico-química y tecnofuncional se determinó la capacidad de retención de agua (CRA) obteniendo valores entre 2.27-2.53 g agua/g salvado el cual mejoró con APH, dando resultados de 3.09-3.11 g/g, en la capacidad de retención de aceite (CRAC) se obtuvo valores en el control entre 1.36-1.91 g aceite/g salvado y con APH se obtuvieron valores de 2.18-2.48 g/g, en el análisis de distribución del tamaño de partícula, el 50% de la distribución tiene un tamaño entre 179.47-284.24 µm. Con las muestras se elaboraron muffin a los que se les midió la textura; en el parámetro dureza, el muffin menos duro fue el elaborado con SA tratado con APH, comparado con el elaborado con el SA no tratado con APH. Los resultados del parámetro trabajo muestran que este disminuye con el SA tratado con APH, lo que indica que el tratamiento APH mejoró las propiedades tecnofuncionales del SA en la elaboración de muffin.



Evaluación de parámetros morfológicos, fotosintéticos y producción de glucósidos de esteviol de *Stevia rebaudiana* bajo tres niveles de luminosidad

Gabriela Brito Uribe, Mirna María Sánchez Rivera y Elsa Ventura Zapata;
gbritou1700@alumno.ipn.mx

Stevia rebaudiana es una planta originaria de Sudamérica y ampliamente distribuida en diversos países, su importancia se debe a que produce glucósidos de esteviol de interés alimentario y farmacológico. El desarrollo y rendimiento de estos edulcorantes son afectados por factores ambientales, siendo uno de los más importantes la luz, ya que influye en la morfología y fisiología de la planta. El objetivo del presente trabajo fue evaluar parámetros morfológicos, fotosintéticos y la producción de glucósidos de esteviol de *S. rebaudiana* bajo tres niveles de luminosidad. La unidad experimental fue una planta de *Stevia* con 10 repeticiones, que se hicieron crecer en un invernadero bajo sistema hidropónico NFT (*Nutrient Film Technique*) y solución *Steiner* al 50%. Se adaptaron tres niveles de luminosidad solar, obteniendo tres zonas: de alta ($428 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), media ($370 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) y baja ($264 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) irradiancia, cuantificada con un pyranometer App. Se observó que la conductancia y densidad estomatal (CE y DE, respectivamente) disminuyeron con el aumento del nivel de irradiancia, mientras que la mayor CE se obtuvo en la zona de baja luminosidad, con valores de 397.9 ± 106.3 y $390.3 \pm 77.6 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a los 40 y 90 días de cultivo. En la zona de alta irradiancia se registró la mayor tasa fotosintética, 15.4 y 17.72 ppm $\text{CO}_2 \text{ min}^{-1} \text{ g}$ a los 40 y 90 días, respectivamente. La eficiencia fotoquímica del PSII, evaluada como emisión de fluorescencia, fue menor en la irradiancia más alta. La mayor productividad de hojas y materia seca se obtuvo en plantas desarrolladas con la mayor irradiancia, con 114.2 ± 31.9 y 354.2 ± 198.6 hojas contabilizadas, correspondientes a 1.32 g y 4 g de materia seca (ps) a los 40 y 90 días, respectivamente. La mayor producción de glucósidos de esteviol se observó en la zona de luminosidad media con valores de 3.1 y 3.5 mg g^{-1} ps para esteviósido y 1.65 y 1 mg g^{-1} ps para rebaudiósido A, respectivamente a los 40 y 90 días de cultivo. Los resultados muestran que el nivel de irradiancia afectó los parámetros morfológicos y fotosintéticos de *S. rebaudiana* en cultivo hidropónico.

Estudio de malformaciones en de la raíz y el efecto de la poda mecánica en plantas de zapote amarillo *Pouteria campechiana* (Kunth) Baheni

Bryan Santiago Galvis Muñoz y Silvia Evangelista Lozano;
bgalvis.1700@alumno.ipn.mx

Las malformaciones en la raíz son una problemática importante en el sector productivo de plantas con interés ornamental, alimentario e insumos agroindustriales. Esto se debe a que las malformaciones (curvaturas y torceduras) en las raíces generan pérdida de vigor, susceptibilidad frente a organismos fitopatógenos y reducción del crecimiento. Para hacer frente al problema, los productores recurren a la poda mecánica de los segmentos afectados; sin embargo, el efecto del tratamiento no ha sido estudiado en profundidad sobre las respuestas fisiológicas y de crecimiento de las plantas. Por lo anterior, se realizó la evaluación del efecto de la poda en las raíces sobre el desarrollo de plantas de 6 y 12 meses de edad después de la germinación de *Pouteria campechiana*, se observó que las plantas sometidas a la poda de segmentos malformados respondieron de manera positiva al tratamiento y su respuesta fue más evidente a la edad de 12 meses. La arquitectura de la raíz fue evaluada en función del tratamiento de poda en plantas de 6 meses, se identificó que las raíces sometidas a poda recuperan con rapidez el tejido radical e incluso superaron a las plantas cuyas raíces no fueron podadas. Mediante técnicas de inclusión y tinción se pudo determinar que las malformaciones generan cambios anatómicos en el tejido vascular y en la estructura general de la raíz, particularmente el tipo de estela (Actinostela) de la columna vascular que se encuentra poco definida en los segmentos malformados. Finalmente, la asociación con hongos formadores de micorrizas fue identificada en plantas de 24 meses cultivadas en campo y se evaluó el efecto de la poda sobre la asociación con hongos, en condiciones de invernadero con plantas de 6 meses, encontrando mayor interacción entre el hongo y las raíces en las plantas que fueron sometidas al tratamiento de poda de raíz.

Producción de una bacteria endófitas de *Stevia rebaudiana* en biorreactor

Rafael Eduardo Hernández Guisao, Mario Rodríguez Monroy;
rhernandezg1700@alumno.ipn.mx

Stevia rebaudiana es una planta económicamente importante porque produce glucósidos de esteviol (GEs). Los microorganismos promotores de crecimiento vegetal (MPCV) son utilizados para aumentar el crecimiento y producción de metabolitos secundarios en plantas. Los endófitos son MPCV que se encuentran en el tejido interno de la planta. En un trabajo previo, doce bacterias endófitas fueron aisladas de *S. rebaudiana* y mostraron características promotoras de crecimiento vegetal en medios microbiológicos, pero es deseable demostrar su actividad *in vivo*. El objetivo de este trabajo fue seleccionar 2 bacterias endófitas y establecer las condiciones de crecimiento en biorreactor para su posible uso como biofertilizante. La promoción de crecimiento vegetal fue evaluada en *S. rebaudiana* y *Medicago sativa*. En experimentos independientes, plántulas de *S. rebaudiana* y semillas de *M. sativa* fueron inoculadas con las bacterias y se evaluó el crecimiento en ambas plantas y el contenido de GEs en *S. rebaudiana*. En *S. rebaudiana*, el crecimiento no fue mejorado por las bacterias. Por otro lado, *Acinetobacter* sp., *B. safensis*, *E. cloacae* 2 y *Pseudomonas* sp., aumentaron en promedio 1.5 veces el contenido de GEs. En *M. sativa*, a excepción de la longitud de la raíz, todas las variables de crecimiento fueron mejoradas por las bacterias. *E. hormaechei* aumentó 2.0 veces el peso fresco de la parte aérea. *Acinetobacter* sp. y *E. hormaechei* se escogieron para evaluar su crecimiento en medios de cultivo económicos (soya (SJ), harina de chícharo (HC) y pharmedia (PH)) y en el medio comercial Luria Bertani (LB). Para las dos bacterias, el crecimiento (2.0×10^9 UFC/ml) y cambio de pH (1.9) fue igual en los 3 medios con respecto al medio LB. En ambas bacterias, la producción de ácido indolacético (AIA) fue 19 $\mu\text{g/ml}$ en PH, 15% menos con respecto a los otros 2 medios y al LB. Durante las cinéticas de crecimiento de *E. hormaechei* en matraces, el comportamiento del pH, crecimiento y AIA fue diferente en SJ en comparación al LB. Sin embargo, las concentraciones finales fueron iguales en ambos medios. *Acinetobacter* sp., y *E. hormaechei* mostraron características de MPCV *in vivo* y capacidad para crecer en medios económicos.

Efecto del contenido de amilosa en la esterificación del almidón de maíz

Madai López Silva y Luis Arturo Bello Pérez;
madasilva9@gmail.com

El almidón es aislado de diversas fuentes vegetales y utilizado como ingrediente en la formulación de diversos productos alimenticios. El almidón aislado se le conoce como almidón nativo, el cual tiene propiedades funcionales limitadas que se requieren en diversos productos, por lo que necesita ser modificado por métodos físicos, químicos y enzimáticos. La esterificación con anhídrido octenil succínico (OSA) es una modificación química que confiere al almidón carácter anfifílico. Es importante conocer si en la esterificación con OSA en almidones con diferentes contenidos de amilosa: amilopectina provoca cambios sobre las propiedades fisicoquímicas, moleculares y estructurales de los mismos, que ayuden a entender su comportamiento y sus posibles aplicaciones. El objetivo de esta investigación fue esterificar almidones de maíz con diferentes contenidos de amilosa: amilopectina con 3% de OSA. Los almidones de maíz usados tuvieron diferentes contenidos de amilosa: *waxy* (5,43%), normal (25,16%) y *Hylon VII* (65,84%). El grado de sustitución varió desde 0.0103 para almidón *waxy* (WM) hasta 0.0125 para *Hylon VII* (HM) lo que significó que el grado de sustitución está positivamente correlacionado con el contenido de amilosa. El porcentaje de amilosa detectable por un método enzimático disminuyó después de la modificación: *waxy* (4.04 %), normal (14.85 %) y *Hylon VII* (54.12 %). El análisis térmico mediante calorimetría de barrido diferencial mostró que la modificación desorganizó la estructura del almidón al reducirse la entalpía de gelatinización. Las micrografías mostraron que la reacción de esterificación afectó solo la superficie del gránulo. La solubilidad y la capacidad de retención de agua aumentaron con la modificación con OSA. El análisis de rayos X reveló que la cristalinidad no se vio afectada por la esterificación. En los espectros de FT-IR aparecieron dos bandas en los almidones modificados a 1725 y 1570 cm^{-1} , corroborando la inserción del grupo OSA. Los pesos moleculares de los almidones modificados aumentaron y el área bajo el pico de la amilosa se redujo. Finalmente, las pruebas de emulsificación mostraron que la modificación del almidón con OSA ayudó a estabilizar las emulsiones de aceite en agua, principalmente para los almidones *Hylon VII* y *waxy*.



Análisis del perfil químico de extractos de *Kalanchoe daigremontiana* y su efecto citotóxico sobre la línea celular MDA-MB-231

Yessica Casales Tlatilpa, Francisco José Heredia Mira y Alma Angélica del Villar Martínez.
ycasalest1700@alumno.ipn.mx

El cáncer es la primera causa de muerte en el mundo, su incidencia y mortalidad es variable. En México el cáncer de mama es la primera causa de muerte entre las mujeres. La línea celular (MDA-MB-23) pertenece al subtipo triple negativo de cáncer de mama, la cual se caracteriza por ser altamente invasiva, poco diferenciada y resistente a la terapia hormonal, lo que motiva la búsqueda de nuevos fármacos basados en productos naturales. Entre las plantas utilizadas en la medicina tradicional contra el cáncer se encuentran las especies del género *Kalanchoe*, cuya actividad biológica se ha comprobado mediante estudios farmacológicos. Con relación a *Kalanchoe daigremontiana* existen pocos reportes sobre la actividad biológica de los extractos, por lo que la identificación de sustancias bioactivas en dichos extractos es interesante. El objetivo de este trabajo fue analizar el perfil químico de extractos de *K. daigremontiana* y evaluar la actividad citotóxica sobre la línea celular MDA-MB-231. Se obtuvieron extractos hidro-alcohólicos (etanol 80%, v/v) flor de *K. daigremontiana* y se evaluó el efecto citotóxico sobre la línea celular MDA-MB-231, mediante tratamientos con concentraciones crecientes de los extractos de flor. El porcentaje de viabilidad celular se determinó mediante el método MTT, a las 24, 48 y 72 h de tratamiento, además se utilizó la tinción de Giemsa para observar los cambios en la morfología celular en esos mismos periodos. Se determinó la concentración inhibitoria media (IC₅₀). El extracto tuvo un rendimiento de extracción del 2.2% y el efecto citotóxico fue dosis-dependiente, la IC₅₀ fue de 158 µg/mL a las 24 h. Los cambios morfológicos de las células observados fueron: reducción del tamaño celular, condensación de la cromatina; se observaron cambios en la morfología de los cultivos celulares desde la forma alargada con crecimiento confluyente hasta alcanzar la forma redonda característica que probablemente resulta de un proceso apoptótico, estos cambios se observaron en las células a los extractos a partir de concentraciones de 100 µg/mL a las 24 horas de exposición. En conclusión, el extracto de flor mostró actividad citotóxica sobre la línea celular MDA-MB-231 a partir de una concentración de 100 µg/mL a las 24 horas de exposición, siendo mayor a las 48 y 72 horas de contacto con el extracto.

Carbohidratos y compuestos antioxidantes de zapote amarillo (*Pouteria campechiana*): caracterización y funcionalidad en dos etapas de desarrollo del fruto

Luisa Fernanda Duque Buitrago; Edith Agama Acevedo;
lduqueb@alumno.ipn.mx

Los frutos en estado inmaduro son fuente de carbohidratos y compuestos antioxidantes, los cuales varían dependiendo del tejido (cáscara y pulpa) y del estadio de desarrollo del fruto. *Pouteria campechiana* o zapote amarillo en su estado inmaduro acumula carbohidratos, carotenoides y polifenoles, estos últimos considerados como potentes antioxidantes. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los carbohidratos y los compuestos antioxidantes en cáscara y pulpa de zapote amarillo e investigar su funcionalidad en dos etapas de desarrollo del fruto. Se colectaron frutos antes y durante la madurez fisiológica; se elaboraron harinas para ser analizadas. El contenido de almidón en pulpa y en cáscara disminuyó durante el desarrollo del fruto (DF), debido a que se hidroliza a glucosa que sirve como esqueleto de carbono para otras moléculas necesarias en el desarrollo del fruto como carbohidratos solubles, fibra dietaria insoluble (FDI) y soluble (FDS). En pulpa y cáscara se encontró un mayor contenido de almidón de digestión lenta y resistente antes de que el fruto alcanzara la madurez fisiológica; en madurez fisiológica disminuyó el almidón de digestión lenta incrementándose el de rápida, pero el resistente permaneció igual. Esto podría deberse a que el almidón también sufre cambios estructurales en el DF, cambiando de esta manera la relación del almidón que se digiere. El contenido de polifenoles extraíbles (PE) y taninos condensados (TC) en pulpa fue similar en los estadios de desarrollo; el contenido de taninos hidrolizables (TH) en la pulpa aumentó con el DF y en la cáscara fue lo contrario. Los TC están acompañados con los componentes de la pared celular, y el aumento del contenido de FDI en cáscara puede indicar la acumulación diferencial entre pulpa y cáscara. La capacidad antioxidante en cáscara aumentó en función del DF, mientras que en pulpa fue similar, estos resultados pueden depender de la cantidad y tipo de polifenol presente en la muestra. El contenido de fibra y capacidad antioxidante de los polifenoles hacen que el zapote amarillo cosechado en madurez fisiológica sea una mejor fuente de compuestos bioactivos, y que el uso integral del fruto (cáscara y pulpa) potencialice su funcionalidad como ingrediente.



Efecto del peso molecular en las propiedades reológicas de soluciones de mucílago de *Opuntia ficus-Indica*

Xiamen Gabriela Galindo-Zavala, José Pérez-González y Francisco Rodríguez-González.
xgalindo1700@alumno.ipn.mx

El mucílago generado por los nopales de la especie *Opuntia* es un biopolímero de alto peso molecular constituido de azúcares neutros y ácidos; los cuales contribuyen al peso molecular del mucílago, aunque para este parámetro se han obtenidos diferencias debido al estrés abiótico, la edad de maduración de la cactácea y el método de extracción. Con el biopolímero se pueden generar soluciones viscoelásticas o geles dependiendo la concentración y edad de maduración. También, el mucílago se ha empleado como agente de retención de agua, estabilizador de alimentos, entre otras. A pesar de la gama de aplicaciones que se le han dado al biopolímero, no existen suficientes estudios relacionados al entendimiento del efecto del peso molecular en las propiedades reológicas de sus soluciones. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del peso molecular en las propiedades reológicas de soluciones de mucílago extraído de nopales de *Opuntia ficus-indica*. Para ello, se realizó la extracción y liofilización de mucílago de nopal de diferentes edades de maduración; a saber, tierno (15 días) y maduro (300 días). De la caracterización se obtuvo una viscosidad intrínseca para los mucílagos de 7.94 dL/g para el tierno y 9.53 dL/g para el maduro, y los pesos moleculares fueron de $M_v = 9.41 \times 10^5$ Da y $M_v = 1.21 \times 10^6$ Da, respectivamente. Las concentraciones probadas para el estudio reológico de cada mucílago fueron de 3.0%, 4.5% y 6.0% p/v, respectivamente. El estudio en flujo cortante reveló que todas las soluciones mostraron un comportamiento no newtoniano, de tipo adelgazante. También, se observó que la viscosidad en corte de éstas, aumentó con la concentración del mucílago y con el peso molecular para una concentración dada. Por otra parte, las soluciones preparadas con el mucílago de bajo peso molecular no exhibieron elasticidad, mientras que las elaboradas con mucílago de alto peso molecular mostraron un comportamiento elástico a concentraciones mayores al 4.5% p/v. Los resultados de flujo extensional mostraron que todas las soluciones del mucílago de alto peso molecular presentaron inestabilidades de flujo, debido a esto sus propiedades elásticas exhibieron una disminución en comparación con las soluciones de mucilago de bajo peso molecular.



Comité Revisor

Dra. Alma Angélica del Villar Martínez

Dra. Silvia Evangelista Lozano

Dr. Francisco Rodríguez González

DIRECTORIO

Dra. Gabriela Trejo Tapia

DIRECTORA DEL CEPROBI

M. en C. Roberto Briones Martínez

DECANO DEL CEPROBI

Dra. Perla Osorio Díaz

SUBDIRECTORA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN

M. en A.G.I.E. Miriam Teresa Vázquez Galicia

SUBDIRECTORA DE SERVICIOS EDUCATIVOS E
INTEGRACIÓN SOCIAL

M. en D.E. Leticia Morales Franco

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO

Dra. Alma Leticia Martínez Ayala

COORDINADORA DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS

Dr. Mario Rodríguez Monroy

COORDINADOR DE LAS XV JORNADAS

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