

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**CENTRO DE DESARROLLO DE PRODUCTOS BIOTICOS**

**DOCTORADO EN CIENCIAS EN  
DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS**

**MEMORIA DEL SEMINARIO B2010**

**Yautepec, Morelos**

**Noviembre 2010**

# DOCTORADO EN CIENCIAS EN DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS

## SEMINARIO B2010

**Jueves 25 de noviembre de 2010**

### SEMINARIO I

**Moderadores: Dra. Gabriela Trejo Tapia y Dr. René Arzuffi Barrera**

- 9:00-9:25 **Israel Benítez García.** Ingeniería metabólica para la producción de pigmentos con base en cultivos *in vitro* de compaxúchitl.  
Directores de tesis: Dra. Alma Angélica del Villar y Dr. Andrés Cruz Hernández.
- 9:25-9:50 **Humberto Reyes Prado.** Respuesta comportamental y electrofisiológica de *Copitarsia decolora* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae) a feromona sexual y a volátiles de plantas hospedero.  
Director de tesis: Dr. René Arzuffi Barrera.
- 9:50-10:15 **Paola Rossy García Sosa.** Comportamiento de búsqueda y selección de hospedero en *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker.  
Director de tesis: Dr. René Arzuffi Barrera.
- 10:15-10:40 **José Rodolfo Velázquez Martínez.** Uso de los fructanos de *Agave angustifolia* Haw como material prebiótico y encapsulante para bacterias probióticas.  
Consejero de estudios: Dra. Martha Lucía Arenas Ocampo.
- 10:40-11:05 **Roberto Sibaja Hernández.** Evaluación del potencial de especies del género *Acacia* como productoras de gomas.  
Directores de tesis: Dra. Gabriela Sepúlveda Jiménez y Dr. Mario Rodríguez Monroy.
- 11:05-11:30 **Patricia Alvarez Fitz.** Biotransformación y actividad biológica de 9-metoxitariacuripirona, dafnoretina y verbenalina.  
Directores de tesis: Dr. René Arzuffi Barrera y Dr. Victor Navarro García.

11:30-11:45 **RECESO**

### SEMINARIO IV

**Moderadora: Dra. Gabriela Sepúlveda Jiménez**

- 11:45-12:25 **Margarita de Lorena Ramos García.** Recubrimientos comestibles con efecto biocida sobre *Rhizopus stolonifer* y *Escherichia coli* en jitomate.  
Directores de tesis: Dra. Silvia Bautista Baños y Dr. Irán Alia Tejacal.
- 12:25-13:05 **Yenny Adriana Gómez Aguirre.** Identificación de compuestos mayoritarios en raíces silvestres de *Castilleja tenuiflora* Benth. y su acumulación en raíces *in vitro*.  
Directores de tesis: Dra. Gabriela Trejo Tapia y Dr. Alejandro Zamilpa Alvarez.
- Rubí Guadalupe Utrilla Coello (EN ESTANCIA).** Desarrollo de alimentos funcionales con bajo contenido de carbohidratos digeribles.  
Director de tesis: Dr. Luis Arturo Bello Pérez.

**Viernes 26 de noviembre de 2010**

**SEMINARIO II y III**

**Moderadores: Dr. Javier Solorza Feria y Dr. Antonio Jiménez Aparicio**

- 9:00-9:30 **María Luisa Rodríguez Marín.** Elaboración de películas de harinas reforzadas con montmorillonita de sodio.  
Directora de tesis: Dra. Rosalía González Soto.
- 9:30-10:00 **Maribel Ovando Martínez.** Efecto de la variedad y condiciones de riego de frijol común sobre la digestibilidad del almidón.  
Directora de tesis: Dra. Perla Osorio Díaz.
- 10:00-10:30 **Carolina Estefanía Chávez Murillo.** Caracterización fisicoquímica, estructural y de textura de almidón de variedades de arroz (*Oryza sativa* var. Indica) cultivadas en México.  
Director de tesis: Dr. Luis Arturo Bello Pérez.
- 10:30-11:00 **Julián de la Rosa Millán.** Efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la digestibilidad del almidón y propiedades fisicoquímicas de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.)  
Directoras de tesis: Dra. Perla Osorio Díaz y Dra. Edith Agama Acevedo.
- 11:00-11:30 **Assael Yadir Luna Guerrero.** Factores bióticos y abióticos asociados a la muerte prematura del duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) en Morelos.  
Directores de tesis: Dr. Roberto Montes Belmont y Dra. Elsa Ventura Zapata
- 11:30-11:45 **RECESO**
- 11:45-12:15 **Verónica Pérez Escalante.** Evaluación de la capacidad pigmentante de harina de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en peces de ornato (*Carassius auratus*).  
Directores de tesis: Dra. Alma Angélica del Villar Martínez y Dr. Gabriel Aguirre Guzmán.
- 12:15-12:45 **Janet María León Morales.** Toxicidad del cobre y la inducción de betacianinas en plantas de *Beta vulgaris* L.  
Directora de tesis: Dra. Gabriela Sepúlveda Jiménez.
- 12:45-13:15 **Heidi María Palma Rodríguez.** Efecto del tamaño y la estructura molecular del granulo de almidón tratado con ácido en la encapsulación de vitamina C.  
Directoras de tesis: Dra. Rosalía América González Soto y Dra. Edith Agama Acevedo.
- 13:15-13:45 **Vicente Espinosa Solis.** Propiedades de digestión de almidones nativos y modificados de plátano y mango.  
Director de tesis: Dr. Luis Arturo Bello Pérez.

## **Ingeniería metabólica para la producción de pigmentos con base en cultivos *in vitro* de cempaxúchitl**

**Israel Benítez García**

El cempaxúchitl (*Tagetes erecta*) es una planta que biosintetiza carotenoides y en concentraciones traza flavonoides, estos pigmentos son de interés industrial, ya que se emplean en diversos productos, pero su obtención se encuentra limitada debido a la baja disponibilidad del material vegetal, en consecuencia se han buscado estrategias para su obtención. La ingeniería metabólica, mediante la sobre-expresión de genes y el cultivo vegetal *in vitro*, ha generado sistemas que tienen capacidad de sobre producir pigmentos. Por esta razón se propone potenciar la ruta de biosíntesis de carotenoides y flavonoides por medio de sobre-expresión de genes relacionados con estas rutas en cultivos de células vegetales *in vitro* en una variedad albina de *T. erecta*, y así generar un sistema adecuado de producción de pigmentos. Se establecerá una línea celular *in vitro*, a la cual se le integrarán por medio de biobalística, los genes carotenogénicos (*crtw*, *lcy-β* y *or*) y flavonogénicos (*ant1*, *chs*, *del*, *dfr* y *ros*) que codifican para enzimas importantes en las rutas de biosíntesis de carotenoides y flavonoides, las líneas transgénicas se seleccionarán por resistencia a antibióticos, PCR y Southern blot; para conocer el nivel de transcrito de los genes, se realizará un Northern blot y qRT-PCR; por otro lado se analizará la producción de pigmentos por medio de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), así mismo se comparará la producción de pigmentos con el nivel de transcrito para determinar la relación entre la expresión de los genes y la acumulación de los pigmentos. Este trabajo generará conocimiento para establecer estrategias de modificación genética en cultivos de células vegetales *in vitro* de *T. erecta*, para obtener pigmentos a partir de la ruta de biosíntesis de carotenoides y flavonoides en esta especie.

**Respuesta comportamental y electrofisiológica de *Copitarsia decolora* (Guenée)  
(Lepidoptera:Noctuidae) a feromona sexual y volátiles de plantas hospedero**

**Humberto Reyes Prado**

Actualmente la técnica de manejo más empleada en palomillas plaga es el uso de insecticidas, pero estos ocasionan daños al ambiente. Por lo cual, los modificadores del comportamiento como volátiles de plantas hospedero (VPH) y feromonas sexuales (FS) son empleados como una alternativa de manejo en estos insectos. Se conoce para algunas palomillas machos que adicionarle VPH a la FS incrementa o inhibe la efectividad de atracción sexual de esta última, también se sabe que las hembras de algunas palomillas son atraídas a su propia FS en presencia de su planta hospedero. Dentro de las especies de palomillas de mayor importancia económica se encuentra *Copitarsia decolora* (Guenée), la cual ocasiona pérdidas en el rendimiento de crucíferas. Se ha reportado que los machos responden a la mezcla de dos compuestos de FS; sin embargo, no se conoce el efecto sobre su respuesta a la interacción de VPH y FS, y tampoco si las hembras responden a su propia mezcla feromonal. Por lo anterior, se propone estudiar el efecto de los VPH y la FS sobre la respuesta comportamental y electrofisiológica de *C. decolora*, así como conocer algunas estructuras neurales involucradas en el procesamiento de la información química y de búsqueda y localización del hospedero. Para esto, se realizará la extracción de FS en las hembras mediante disección de la glándula de FS y la extracción de VPH con SPM y Súper Q, los extractos y compuestos sintéticos se utilizarán en bioensayos en túnel de viento, electroantenografía y lóbulo antenal para conocer la respuesta de *C. decolora* a los VPH y/o FS. Los resultados de este trabajo complementarán el conocimiento sobre el comportamiento sexual y de búsqueda y localización del hospedero de *C. decolora*, y permitirá emplearlo para mejorar los sistemas de detección y monitoreo que actualmente se emplean para su manejo.

## **Comportamiento de búsqueda y selección de hospedero en *Toxotrypana curvicauda***

**Gerstaecker**

**Paola Rossy García Sosa**

Las verdaderas moscas de la fruta son plagas potenciales de productos frutícolas. *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker es un insecto especialista y se ha reportado como plaga de la papaya (*Carica papaya* L). Las hembras utilizan diferentes modalidades sensoriales para localizar al fruto hospedero. Se ha estudiado el papel de los estímulos visuales (color, tamaño, forma) y el perfil de compuestos volátiles emitidos por frutos de papaya maduros e inmaduros recién cortados sobre el comportamiento de búsqueda y aceptación del hospedero. Sin embargo, aún se desconoce el papel relativo de cada estímulo sobre este comportamiento. Por lo que, se plantea estudiar el papel de los estímulos visuales y/o químicos así como el efecto de algunos factores que influyen en la localización y aceptación del fruto hospedero de *T. curvicauda*. Se obtendrán extractos de frutos (n=6) mediante un tubo colector adaptado con un filtro de material adsorbente super Q, posteriormente se identificarán con CG-EM y se usarán en bioensayos de túnel de viento. Asimismo, se obtendrá el perfil de los compuestos volátiles de frutos de papaya (n=6) durante las 12-16 hs mediante Microextracción en Fase Sólida y se analizarán en CG-EM. Además, se estudiará la interacción de estímulos visuales y químicos sobre el comportamiento pre y post aterrizaje de las hembras vírgenes y apareadas en bioensayos en túnel de viento (n=20). También, se determinarán el efecto de diferentes factores (exposición a machos, presencia de hospedero, edad, copulación y aprendizaje) sobre la respuesta a la selección del hospedero. El conocimiento de las respuestas de comportamiento de *T. curvicauda* hacia estímulos visuales y/o químicos, proporcionará información complementaria para el diseño o mejoramiento de métodos basados en la modificación del comportamiento que pueden implementarse en una estrategia de manejo de este insecto plaga.

## **Uso de los fructanos de *Agave angustifolia* Haw como material prebiótico y encapsulante para bacterias probióticas**

**José Rodolfo Velázquez Martínez**

El género *Agave* en México tienen importancia histórica, económica y cultural. De las aproximadas 200 especies existentes, 150 se encuentran en México y 105 son endémicas. El principal uso del cultivo es la elaboración de bebidas alcohólicas (tequila, mezcal, y bacanora), con denominación de origen. Sin embargo, de los 21 estados que cultivan agave, 10 quedaron fuera, principalmente con cultivos de *Agave angustifolia* Haw, por lo que es necesario buscar alternativas de uso de la planta y/o sus componentes, como es el caso de los fructanos que son considerados carbohidratos de reserva localizados en las piñas (tallos), los cuales por su estructura química se consideran fibras solubles no digeribles por el hombre. Por lo que se plantea evaluar los fructanos de *A. angustifolia* como material prebiótico y encapsulante. Los fructanos se extraerán por lixiviación durante 20 minutos a 80°C, el extracto se clarificará a 4°C y se separará por decantación, se eliminarán las moléculas de bajo peso molecular por diálisis y se secará por aspersion. Se probarán nueve cepas de bacterias probióticas de los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, utilizando como fuente de carbono los fructanos de *A. angustifolia*, inulina como testigo y glucosa como positivo, bajo condiciones anaeróbicas a 200 rpm y 30 °C en un medio semisintético propuesto por Kabel. La cepa o cepas seleccionadas a una concentración de  $10^8$  UFC se encapsularán con alginato-fructanos en las proporciones 25:75, 50:50, 75:25 y 100:0 (2% p/v), se determinará la viabilidad a las cápsulas bajo condiciones gastrointestinales humanas *in vitro*: estomacal con pepsina a pH 2, 100 rpm por 1h y de intestino delgado con sales biliares y un complejo enzimático digestivo a pH 7, 100 rpm por 3h. Se determinará cambios microestructurales y morfológicos de las cápsulas a través de microscopía óptica, evaluando desgaste del soporte y pérdida de viabilidad.

## **Evaluación del potencial de especies del género *Acacia* como productoras de gomas**

**Roberto Sibaja Hernández**

Las gomas de algunas especies del género *Acacia* tiene un uso en la industria de alimentos y farmacéutica, pero son escasos los estudios de las especies de *Acacias* de México que producen gomas, así como de las características fisicoquímicas que las pudieran definir como gomas con un uso potencial para la industria. El objetivo del presente trabajo es identificar la presencia de gomas en *Acacias* de la selva baja caducifolia de Morelos y caracterizar sus propiedades fisicoquímicas, bioquímicas y reológicas. Se buscará la presencia de gomas en árboles de *Acacia cochliacantha*, *Acacia farnesiana* y *Acacia cuolteri* creciendo de forma silvestre en la Reserva Estatal Sierra Monte Negro, Yautepac, Morelos. Las muestras de goma se secarán a 60 °C y -15 libras; se molerán y tamizarán con una malla de 250 µm. Se determinaran las siguientes propiedades fisicoquímicas: análisis químico proximal de acuerdo a los Métodos AOAC, el color utilizando un colorímetro, tensión superficial mediante el método de la placa de Wilhelmy, capacidad emulsificante mediante el análisis del tamaño de partículas y la determinación de la estabilidad de la emulsión y el contenido de metales pesados por calcinación y absorción atómica. En torno a la caracterización bioquímica; se cuantificará la cantidad de arabinogalacto proteínas (AGPs) mediante la técnica de difusión radial en gel de agarosa. La separación de AGPs se realizará por cromatografía de filtración en gel y se identificarán con anticuerpo monoclonales y por electroforesis cruzada. Caracterización reológica; se evaluará el comportamiento de las fluidos de las gomas a concentraciones entre 1 y 5 % p/v, a diferentes temperaturas y en rangos de pH entre 2 y 7, además de analizar el efecto de la fuerza iónica de algunas sales (NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub> MgSO<sub>4</sub>).



## **Biotransformación y actividad biológica de 7-metoxitariacuripirona, dafnoretina y verbenalina**

**Patricia Alvarez Fitz**

La biotransformación es un proceso en el cual un compuesto se transforma en otro mediante el uso de biocatalizadores (organismos completos, enzimas o complejos enzimáticos). Entre los biocatalizadores más utilizados, por su resistencia ambiental y química, abundancia, poder transformador de sustratos difíciles y alta selectividad transformadora, podemos mencionar a: *Pseudomonas ssp*, *Aspergillus ssp*, *Penicillium ssp*, *Rhizopus ssp* y *Candida ssp*, que son utilizados para obtener nuevos compuestos que difícilmente se obtendrían por síntesis química y que pueden tener aplicaciones industriales importantes. La mayoría de las transformaciones están enfocadas a modificar compuestos sencillos (terpenos, flavonoides y alcoholes), siendo muy pocas las transformaciones de compuestos complejos (pironas, coumarinas o iridoideas). Por lo que el objetivo de este trabajo es transformar los compuestos complejos 7-metoxitariacuripirona (pirona), dafnoretina (iridoidea) y verbenalina (coumarina) aislados de plantas pertenecientes a las familias *Aristolochiaceae*, *Polemoniaceae* y *Verbenaceae* con propiedades insecticidas, repelentes de insectos y antifúngicas, utilizando el hongo *Aspergillus niger* (An) y la levadura *Candida albicans* (Ca). Una vez obtenidos los compuestos de biotransformación se realizará la purificación de los compuestos mediante cromatografía en columna y para obtener la elucidación estructural se empleará resonancia magnética nuclear ( $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$ ). Para determinar si los cambios en la estructura química provocan modificaciones en la actividad biológica se evaluará la actividad de los compuestos puros y transformados en larvas neonatas de la palomilla *Copitarsia decolora* y el hongo *Sclerotium rolfsii*.

## **Recubrimientos comestibles con efecto biocida sobre *Rhizopus stolonifer* y *Escherichia coli* en jitomate**

**Margarita de Lorena Ramos García**

En la actualidad, se tienen pérdidas postcosecha del jitomate, hasta en un 50%. Estas pérdidas se atribuyen a la aparición de organismos patógenos tales como *Rhizopus stolonifer* y *Escherichia coli*. La aplicación de recubrimientos comestibles en frutos permite extender su vida útil al reducir sus procesos metabólicos vitales, además de incorporar aditivos antimicrobianos para inhibir el desarrollo de patógenos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto biocida *in vitro* e *in situ* de recubrimientos a base de quitosano, adicionados con cera de abeja o ácido oleico y aceites esenciales de limón y tomillo, en el control de *R. stolonifer* y *E. coli* en frutos de jitomate en tres diferentes estados de madurez (veteado, naranja y maduro). Los resultados *in vitro* mostraron que las formulaciones a base de quitosano adicionados con aceite esencial de limón, inhibieron en un 100 % el desarrollo de *R. stolonifer*, mientras que los recubrimientos con aceite esencial de tomillo solo redujeron la esporulación del hongo en comparación con el resto de las formulaciones, incluyendo el control. En las pruebas realizadas *in vitro* con *E. coli*, los recubrimientos adicionados con cera de abeja inhibieron su desarrollo en un 100%. En las evaluaciones *in situ*, los recubrimientos adicionados con ácido oleico y aceite de limón mostraron un porcentaje de infección menor en los frutos veteados en comparación con el control (13 y 50% respectivamente). Los recubrimientos adicionados con cera de abeja en frutos naranja y maduro, desarrollaron menos unidades formadoras de colonias en comparación con el control (24 y 600, respectivamente). Los recubrimientos comestibles a base de quitosano y adicionados con ácido oleico y aceite de limón, son una alternativa para controlar el desarrollo de *R. stolonifer*. Los recubrimientos adicionados con cera de abeja controlan eficientemente el desarrollo de *E. coli* *in vitro* e *in situ*.

**Identificación de compuestos mayoritarios en raíces silvestres de *Castilleja tenuiflora* Benth.  
y su acumulación en raíces *in vitro***

**Yenny Adriana Gómez Aguirre**

La “hierba del cáncer” *Castilleja tenuiflora* Benth. es utilizada en la medicina tradicional para tratar a las personas con cáncer y otras enfermedades. Recientemente se demostró la actividad antioxidante de plantas silvestres e *in vitro*. Esta especie es una fuente potencial de metabolitos secundarios de interés farmacológico. Una alternativa a la extracción directa de la planta, pueden ser los cultivos de raíces *in vitro*, en donde el empleo de auxinas es una forma de aumentar la velocidad de elongación de raíces y estimular la formación de raíces laterales. El objetivo fue identificar los compuestos mayoritarios en las raíces silvestres de *C. tenuiflora* y evaluar su acumulación en cultivos de raíces *in vitro*. Mediante diversas técnicas cromatográficas y espectroscópicas se identificaron en las raíces silvestres e *in vitro* aucubina (iridoide) y verbascósido (feniletanoide), siendo el verbascósido el compuesto mayoritario. Las raíces *in vitro* fueron inducidas con 10  $\mu\text{M}$  de ácido naftalenacético (ANA) en explantes de hoja (obtenidos de brotes *in vitro*). Para desarrollar los cultivos *in vitro* se transfirieron segmentos apicales de raíz a medio de cultivo líquido B5 con 10  $\mu\text{M}$  de ANA, ácido 3-indolacético (AIA) o sin fitorreguladores (SRC). El uso de las auxinas aceleró la inducción de raíces laterales. Con AIA, la velocidad específica de crecimiento de las raíces fue 0.92 día<sup>-1</sup>, con ANA 1.01 día<sup>-1</sup> y SRC 0.59 día<sup>-1</sup>. Las raíces crecidas con AIA acumularon más compuestos que aquéllas crecidas con ANA o SRC. La máxima acumulación de aucubina se presentó con AIA a los 23 días (50  $\mu\text{g/g}$  biomasa seca) y del verbascósido fue a los 30 d (31.71 mg/g biomasa seca), cuando el cultivo estaba en la etapa exponencial de crecimiento. Los cultivos *in vitro* de raíces de *C. tenuiflora* tienen la capacidad de acumular compuestos de interés farmacológico.

## **Desarrollo de alimentos funcionales con bajo contenido de carbohidratos digeribles**

**Rubí Guadalupe Utrilla Coello**

En México, es necesario el desarrollo de alimentos funcionales enfocados a la población que padece obesidad y diabetes, que están dentro de los principales problemas de salud pública. Se conoce que la ingesta de carbohidratos no digeribles (fibra dietética y almidón resistente) puede modular benéficamente el metabolismo de la glucosa. Los cereales integrales y el plátano verde son una fuente importante de este tipo de carbohidratos. Por lo que el objetivo de este trabajo fue desarrollar una galleta a partir de cereales integrales y plátano verde con un contenido bajo de carbohidratos digeribles. Se elaboraron tres galletas a partir de una mezcla de harina base (cebada, avena y trigo integral). A la primera formulación se le adicionó harina de maíz blanco (GMB), a la segunda maíz azul (GMA) y a la tercera, harina de plátano verde (GHP). A las galletas se les determinó, glucosa libre (GL), almidón total (AT), de digestión rápida (ADR), lenta (ADL) y resistente (AR). Además se estimó el índice de hidrólisis (IH) y la predicción del índice glucémico (pIG). El contenido de GL fue similar entre las muestras (~4%). La GMB y GMA no presentaron diferencias significativas en el contenido de AT (57%), ADR (45%) y AR (~2%), mientras que la GHP tuvo un contenido mayor (60.2 %, 51.9% y 6.3%, respectivamente). La GMA presentó el contenido más alto de ADL (10.7 %), seguida por GMB (7%) y el más bajo fue para GHP (4.1%). La GHP presentó menor IH (39.9) y pIG (42.6) y el valor más alto fue de la GMB (53.5 y 54.3, respectivamente). La pIG de las tres galletas se considera como bajo (IG<55), por lo que podrían ser recomendadas a personas con regímenes de alimentación especial.

## **Elaboración de películas de harinas reforzadas con montmorillonita de sodio**

**María Luisa Rodríguez Marín**

En presencia de plastificantes como el glicerol, el almidón puede formar películas flexibles, pero con propiedades limitadas. Se ha reportado que la adición de macromoléculas como proteínas, lípidos e hidrocoloides mejoran las propiedades de las películas de almidón, en este sentido, resulta interesante considerar un sistema que de manera natural contenga incorporadas estas macromoléculas, como es el caso de las harinas. Por otro lado, la nanotecnología es una herramienta que nos permite manipular y diseñar materiales a escala manométrica, y haciendo uso de esta herramienta se han estudiado películas reforzadas con nanopartículas, una de las nanopartículas más atractivas son las nanoarcillas, debido a su estructura laminar lo cual hace que pueda contribuir a mejorar potencialmente las propiedades de los materiales. El objetivo de éste trabajo es caracterizar dos harinas de diferente fuente botánica (arroz y plátano) para comparar la composición entre ambas y analizar su contribución en la matriz polimérica, y las posibles interacciones con el glicerol y la montmorillonita de sodio. Este trabajo se ha dividido en dos etapas, inicialmente se obtuvieron las harinas partiendo de granos de arroz y plátano en estado fisiológicamente maduro. Se realizó la caracterización proximal de las harinas, así como también se determinó el porcentaje de almidón total y fibra cruda. En el caso de la montmorillonita de sodio se realizó una modificación química mediante un tratamiento ácido. De la composición química de cada una de las harinas cabe resaltar que en la harina de arroz la proteína es el componente mayoritario después del almidón, y esto puede contribuir al reforzamiento de la matriz polimérica. En el caso de la harina de plátano, la fibra es el componente más alto después del almidón, la cual puede coadyuvar al mejoramiento de las propiedades de las películas.

## **Efecto de la variedad y condiciones de riego de frijol común sobre la digestibilidad del almidón**

**Maribel Ovando Martínez**

El frijol es cultivado a lo largo del año, bajo diversas condiciones de cultivo. Se creó que las condiciones de cultivo tales como riego y temporal podrían afectar la síntesis y acumulación de almidón y por tal, afectar las propiedades estructurales del mismo, lo cual repercutiría sobre las propiedades fisicoquímicas y de digestibilidad de este carbohidrato. El estudio del efecto de dichas condiciones sobre la digestibilidad del almidón en variedades de frijol cultivadas en México no ha sido realizado aún. Debido a esto, se analizaron las características físicas, composición química, propiedades fisicoquímicas y de digestibilidad dos variedades de frijol (Pinto Durango y Negro 8025) cultivados bajo condiciones de riego en Celaya y bajo condiciones de temporal en Ocampo, Guanajuato. Los resultados revelaron que las variedades de frijol cultivadas bajo condiciones de temporal incrementaron ligeramente en tamaño y disminuyeron en porcentaje de testa comparado con las variedades cultivadas bajo riego. El contenido de proteína y amilosa incrementó, mientras que disminuyó el contenido de almidón total en frijol cultivado bajo condiciones de temporal. La entalpía de gelatinización ( $AH_G$ ) varió de 2.75 a 3.25 J/g y no fue diferente entre variedad y condiciones de riego. La harina de ambas variedades de frijol, cultivadas bajo riego y temporal, presentaron una baja viscosidad durante el rompimiento del gel, en comparación con el almidón aislado. Las variedades de frijol cultivadas en condiciones de riego presentaron los valores más altos de almidón resistente (16-17%), mientras que la estimación del índice glucémico fue afectada por las condiciones de riego. Los resultados sugieren que algunas propiedades del almidón evaluadas en este trabajo fueron afectadas por las condiciones de riego, pero a su vez, dependieron de la variedad de frijol.

**Caracterización fisicoquímica, estructural y de textura de almidón de variedades de arroz  
(*Oryza sativa* var. Indica) cultivadas en México**

**Carolina Estefanía Chávez Murillo**

En México, el arroz es el cuarto cultivo básico consumido por la población después del maíz, trigo y el frijol. El arroz contiene hasta un 90% de almidón, por tanto las propiedades de este polisacárido y su relación con los componentes minoritarios, influyen sus características al ser cocido. En México, existe poca información relacionada con la calidad del arroz que se comercializa, por lo que el objetivo del trabajo fue analizar las características fisicoquímicas, de textura y de digestibilidad del almidón de variedades de arroz cultivadas en México. Se utilizaron nueve variedades de arroz donadas por el INIFAP (Zacatepec, Mor.). En cuanto al largo, ancho y grueso, las variedades tipo Morelos fueron de mayor tamaño, el contenido de amilosa fue más alto para la variedad Huimanguillo (30.4%) mientras que para lípidos (1.22%) y proteínas (11 %), el valor más alto correspondió a la variedad A06. En cuanto a las propiedades térmicas, la variedad Filipino presentó la temperatura de inicio de gelatinización más baja (60.6 °C), mientras que Champotón tuvo el valor más alto (71.9 °C); en cuanto la entalpia de retrogradación es notable que A06 sólo mostró un porcentaje de retrogradación de 33% en comparación con Culiacán que retrogrado en un 71%. El perfil de formación de pastas mostró que las variedades con mayor contenido de amilosa tuvieron valores de viscosidad de pico y viscosidad final mayor que las variedades con menor contenido de amilosa, la influencia de la amilosa también se vio reflejada en los resultados de la textura de los geles de la harina. El análisis de textura del arroz cocido indicó que la dureza está relacionada con el grosor y el grado de pulido del grano de arroz. Los resultados de las fracciones de almidón nutricionalmente importantes no tuvieron ninguna correlación con los otros parámetros analizados en esta investigación.

## **Efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la digestibilidad del almidón y propiedades fisicoquímicas de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.)**

**Julián de la Rosa Millán**

Los ingredientes funcionales, son de gran importancia económica y nutricional, ya que se requiere el uso de productos que presenten características de digestión lenta, y que durante su procesamiento no pierdan estabilidad y funcionalidad. Las harinas pueden ser modificadas para proveer estas características, el almidón, su componente principal, se divide en tres fracciones de acuerdo a la velocidad de hidrólisis, almidón de digestión rápida (ADR), que incrementa los niveles de glucosa en sangre durante los primeros 20 minutos después del consumo, almidón de digestión lenta (ADL), que libera glucosa entre los 20 y los 120 minutos posteriores a la digestión y almidón resistente (AR), el cual permanece después de la digestión. El consumo de ADL, puede traer beneficios a la salud ya que presenta una respuesta glucémica e insulinémica controlada durante un tiempo prolongado, para obtener ADL, se ha utilizado el *annealing* (ANN), donde el almidón es incubado a temperaturas inferiores a las de gelatinización y contenidos de humedad >35%, así como el almacenamiento (A) para promover la recristalización. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de los tratamientos hidrotérmicos en la digestibilidad y las características fisicoquímicas del almidón en harinas de plátano macho en estado verde, sometidas a cocción en agua hirviendo, ANN a 65°Cx24h, además de almacenamiento a 4°Cx7 días. Se encontraron cambios morfológicos en los gránulos de almidón, la prueba de digestibilidad mostró un incremento en las fracciones de ADL y AR; en calorimetría de barrido diferencial (CDB), se observó aumento en las temperaturas de gelatinización y retrogradaciones mayores al 50 y 100%; el análisis de viscosidad (ARV), mostró disminución en las viscosidad máximas y final. Todos los cambios estuvieron relacionados con los tratamientos hidrotérmicos. En conclusión, las harinas con ANN y ANN+A presentan mayor estabilidad al procesamiento térmico mecánico a comparación de las nativas.



**Factores bióticos y abióticos asociados a la muerte prematura del duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) en Morelos**  
**Assael Yadir Luna Guerrero**

La muerte prematura del duraznero (MPD) es una enfermedad que causa la muerte de árboles jóvenes en varios países y es ocasionada por la interacción de heladas con el cancro bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*). Otros factores que predisponen a la enfermedad son: el nematodo *Criconemella xenoplax* (Criconematidae), suelos arenosos y con pH ácido, podas a destiempo (antes del 1 de febrero), entre otros. En Morelos ha existido desde hace tiempo un problema con síntomas semejantes a la MPD. El objetivo del trabajo fue determinar los factores asociados a la MPD en Ocuituco, Tetela del Volcán y Zacualpan (zona productora de durazno en Morelos). Se realizaron muestreos de suelo, raíces y partes enfermas de durazneros en 23 huertos con síntomas de MPD, además de investigar con los productores sus prácticas culturales y la presencia de heladas en sus huertos. Los resultados mostraron que el suelo tiene una estructura franco arenoso y pH ácido (4.15 y 6.48) en el 96 % de los huertos. En el 61 % de los huertos muestreados se realizan podas entre los meses de diciembre-marzo, en el resto entre los meses de junio-septiembre. No existieron registros de heladas en la zona productora. Se identificaron las siguientes especies (Criconematidae): *Criconema demani*, *Criconema mutabile*, *Criconemoides informis*, *Mesocriconema caballeroi*, *Mesocriconema dherdei*, *Mesocriconema simlicrenatum*, *Mesocriconema sosamossi*, *Mesocriconema xenoplax*, *Ogma palmatum*. La especie *Mesocriconema xenoplax* asociada a la Muerte Prematura del Duraznero (MPD) se encontró en 6 huertos. *Criconema mutabile* asociada al Complejo del Cancro Bacteriano (CCB) se encontró en 5 huertos. La bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* se encontró en los tres municipios. Se concluye que la enfermedad presente en Morelos tiene características del cancro bacteriano, de la MPD y el CCB, con una marcada influencia del pH y las prácticas culturales.

**Evaluación de la capacidad pigmentante de harina de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en peces de ornato (*Carassius auratus*)**

**Verónica Pérez Escalante**

Los peces adquieren sus pigmentos por medio de la dieta, motivo por el cual la acuicultura de peces de ornato ha usado carotenoides del tipo de la astaxantina, la cantaxantina y la luteína de diversas fuentes para suministrarlos en la alimentación de los organismos. Así se logra que adquieran una pigmentación que favorezca su valor en el mercado. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de los pigmentos de *Hibiscus sabdariffa* (jamaica) en peces de ornato *Carassius auratus* pez japonés. Para esto se adicionó la harina de jamaica a una dieta comercial para tilapia (Purina ®, 32% de proteína) a diferentes concentraciones (40, 80 y 160 mg de pigmento/kg de alimento). En las dietas experimentales se utilizó almidón de papa como aglutinante para la obtención de los pellets. Se analizó el efecto de las antocianinas en los organismos (10 peces/pecera) cultivados bajo condiciones de laboratorio, por triplicado y alimentados tres veces al día (9:00, 13:00 y 18:00) por 64 días. Los resultados indicaron que existe diferencias significativas ( $P < 0.005$ ) en las dietas con pigmento comparadas con el grupo control con un 90 y 96 % respectivamente. Los parámetros de peso ganado (% semana), tasa específica de crecimiento, alimento consumido (g/semana) y tasa de conversión alimenticia, no presentaron diferencias significativas con respecto al grupo control. Los resultados obtenidos sugieren que los extractos de jamaica pueden ser utilizados en la dieta para peces de ornato, ya que estos podrían presentar actividad antimicrobiana que está influyendo específicamente en la sobrevivencia, pues se observó una mejora en la salud de los peces, por lo que se propone continuar usando este tipo de pigmentos para estudios posteriores a fin de favorecer su aplicación en la acuicultura nacional.

## **Toxicidad del cobre y la inducción de betacianinas en plantas de *Beta vulgaris* L.**

**Janet María León Morales**

El cobre es tóxico a altas concentraciones y afecta el crecimiento de las plantas. La síntesis de metabolitos secundarios puede ser parte de la respuesta antioxidante, y puede estar influenciada por la edad de la hoja. Las betacianinas son metabolitos secundarios que *in vitro* presentan actividad antioxidante, pero no se conoce si son parte de la respuesta antioxidante ante el estrés por cobre. Por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del cobre en el crecimiento y en la inducción de la síntesis de betacianinas en plantas de *Beta vulgaris* L. y su relación con los niveles de  $H_2O_2$  y la edad de la hoja. Plantas de 6 semanas fueron sometidas en un sistema de hidroponía a diferentes concentraciones de  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  (50, 100 y 250  $\mu M$ ) y como control, 0.3  $\mu M$  de cobre. Después de 6 días de tratamiento, las hojas basales (34-36 días) y apicales (7-17 días) acumularon un contenido similar de cobre en todos los tratamientos, sin embargo, presentaron diferentes efectos tóxicos y respuestas de defensa. En las hojas apicales, se observó un aumento en la producción de  $H_2O_2$  y del contenido de betacianinas; mientras que en las hojas basales, no hubo cambios en los niveles de  $H_2O_2$  ni presencia de betacianinas, pero se observó clorosis y el tejido se secó conforme aumentó la concentración de cobre en la solución nutritiva. Todas las concentraciones de cobre indujeron la formación de raíces laterales con betacianinas. El cobre fue acumulado en las raíces viejas conforme aumentó la concentración del metal y se relacionó con la pérdida de viabilidad e inhibición del crecimiento y una reducción del contenido de betacianinas. Por lo que se puede concluir, que la exposición de plantas de *Beta vulgaris* L. a cobre induce la muerte celular en raíces y hojas viejas, así como la formación de raíces laterales con betacianinas. Como una respuesta a cobre se indujo la síntesis de betacianinas en hojas jóvenes, precedida de un aumento del contenido de  $H_2O_2$ .

## **Efecto del tamaño y la estructura molecular del gránulo de almidón tratado con ácido en la encapsulación de vitamina C**

**Heidi María Palma Rodríguez**

La encapsulación es una técnica mediante la cual partículas de sólidos, materiales volátiles o gotas de líquidos, son revestidas o recubiertas con un material secundario para formar pequeñas cápsulas; con el propósito de proteger ingredientes activos y/o sustancias sensibles al ambiente. La elección del material de revestimiento es importante para la eficiencia de la encapsulación y la estabilidad de las microcápsulas durante el almacenamiento. Los criterios de selección de un material de revestimiento se basan principalmente en sus propiedades fisicoquímicas como la solubilidad, viscosidad; cristalinidad; propiedades emulsionantes y de formación de película. Entre los materiales utilizados frecuentemente como material de revestimiento se encuentra el almidón. Este carbohidrato tiene potencial para ser aplicado en la encapsulación debido a sus propiedades como solubilidad, capacidad de formación de película y pastas. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características morfológicas, estructurales y propiedades fisicoquímicas del almidón para su posible aplicación como material de revestimiento. Se utilizaron almidones de papa (AP), maíz (AM) y arroz (AA), los cuales fueron modificados químicamente por hidrólisis ácida. Las características morfológicas se obtuvieron mediante microscopía electrónica de barrido y luz polarizada; se determinó la temperatura ( $T_p$ ) y entalpía ( $\Delta H$ ) de gelatinización, así como el perfil de viscosidad y difracción de rayos X. La modificación no alteró de manera considerable la morfología ni organización cristalina de los gránulos. El AA ( $73.2^\circ\text{C}$ ) presentó una  $T_p$  mayor, mientras que en AM y AP no presentaron diferencias ( $\approx 70^\circ\text{C}$ ). La  $T_p$  fue menor para el almidón de maíz modificado ( $66.7^\circ\text{C}$ ). La entalpía de gelatinización fue similar entre los almidones nativos; sin embargo, en los almidones modificados esta disminuyó considerablemente. El AP presentó la viscosidad máxima, mientras que los almidones de menor tamaño (AM y AA) fueron similares. La viscosidad en los almidones modificados fue menor en comparación a los nativos.

# **Propiedades de digestión de almidones nativos y modificados químicamente de plátano y mango**

**Vicente Espinosa Solis**

En base a la digestibilidad, el almidón se ha clasificado en almidón de digestión rápida (ADR), almidón de digestión lenta (ADL) y almidón resistente (AR). El AR no es digerido en el intestino delgado; es fermentado por los microorganismos en el colon, lo que genera ácidos grasos de cadena corta. ADL se digiere completamente en el intestino delgado, y provee una constante y prolongada liberación de glucosa. Las propiedades del ADL y AR son importantes para el tratamiento y prevención de enfermedades como: diabetes y enfermedades cardiovasculares. El objetivo del presente trabajo fue modificar la digestibilidad de los almidones de plátano y mango; para lo cual, los almidones fueron sometidos a hidrólisis ácida (2.2M, 35 °C) por 3, 7 y 15 días de reacción. Los almidones presentaron un cambio en la estructura granular después del tratamiento ácido. El análisis cromatográfico reveló la presencia de moléculas de diferente tamaño molecular y estructuras con múltiples ramificaciones, con una sola ramificación y cadenas lineales. En cuanto a la digestibilidad, en el almidón de mango, la fracción ADL no cambió con el aumento de los días de tratamiento. Por otro lado el almidón de plátano presentó un aumento de ADL, esto debido a diferencias a la susceptibilidad al tratamiento ácido. Por otra parte, la fracción AR presentó un aumento a partir de los 7 días de hidrólisis, para ambos almidones, debido al incremento de residuos cristalinos resistentes a la hidrólisis ácida, lo cual fue corroborado con el aumento de cristalinidad mediante la técnica de difracción de rayos X. En conclusión la hidrólisis ácida modificó la estructura de los almidones afectando sus propiedades de digestión llevando al incremento del ADL a los 7 días de hidrólisis en el caso de almidón de plátano.