

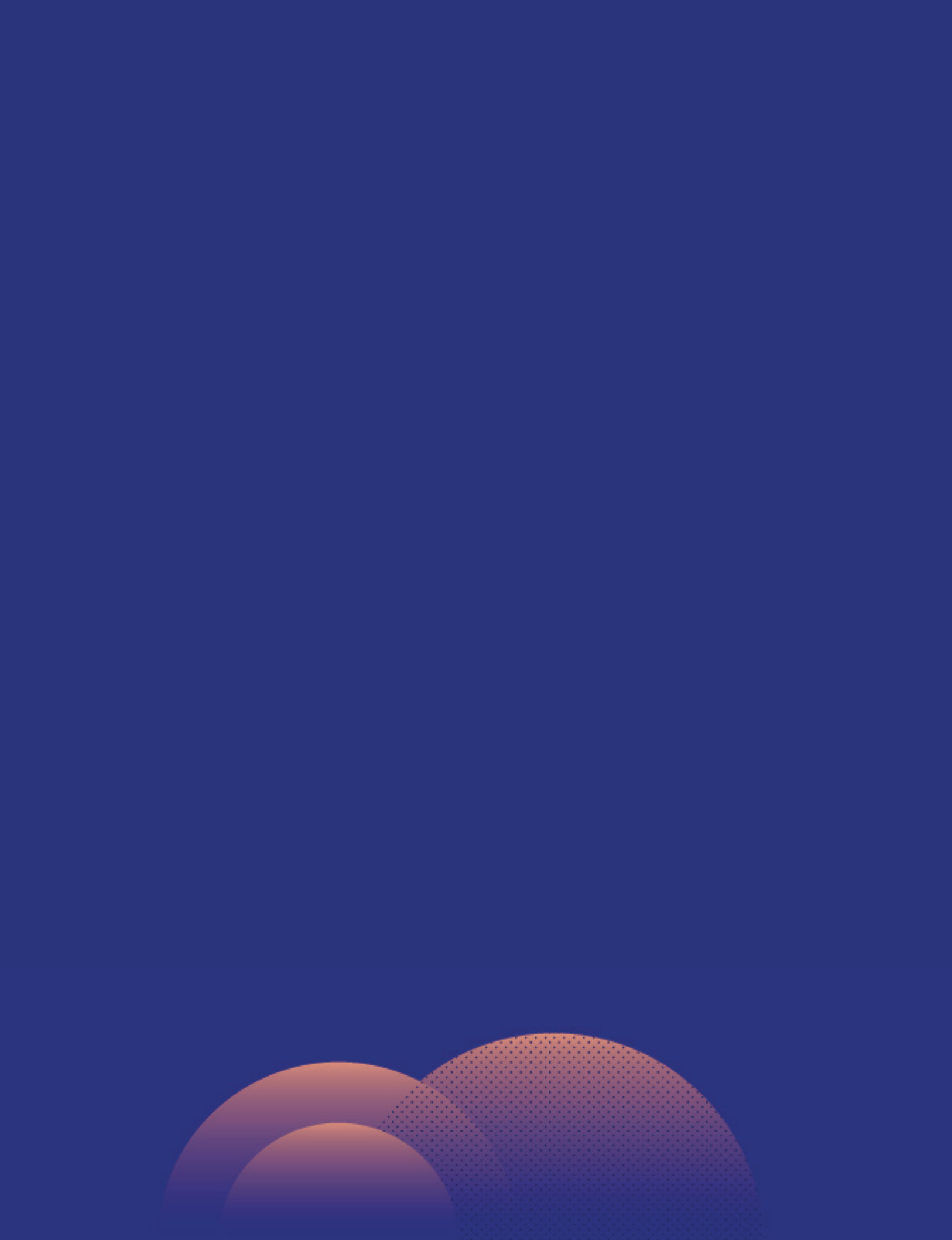
◀ Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología ▶

Jalisco 2019



Innovación, Ciencia
y Tecnología





◀ Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología ▶

Jalisco 2019



Innovación, Ciencia
y Tecnología



Edición y corrección
Ediciones de la Noche

D.R. © Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología
Av. Faro No. 2350,
Edificio Mind, Planta Baja, Col. Verde Valle,
C.P. 44550, Guadalajara, Jalisco

ISBN: (en trámite)

El contenido de los resúmenes, fotografías e imágenes, es responsabilidad de los autores y la presente publicación es sólo para fines educativos, no lucrativos, ni de propaganda.

Impreso y hecho en México / *Printed and made in Mexico*

Índice

7 **Directorio de Jurado 2019**



9 **Mensaje**

Alfonso Pompa Padilla

11 **Presentación**

Daniel Alberto Jacobo Velázquez

15 **Ganadores 2001-2019**

Ganadores

Mérito al Desarrollo Científico – Tecnológico

29 **Trayectoria científica del Dr. Juan Socorro
Armendáriz Borunda**

Innovación

31 **Sistema de medición in-situ para instrumentos
de medición de temperatura por telemetría**

Margarita Kaplun Mucharrafile

Ignacio Alberto Charreton Ortega

Tecnología

37 **BIOCEL, sustituto biodegradable de unicel**

Amador Duarte González

Ciencia

41 **Desarrollo y evaluación de vacunas
mejoradas contra la tuberculosis**

Mario Alberto Flores Valdez

Divulgación

- 45** **BIOTALLER ¡A conciencia! Talleres de ciencia recreativa**
Inocencio Higuera Ciapara *et al.*

Tesis de posgrado

- 51** **Estrategias y tratamientos físico-químicos para mejorar la compatibilidad fibra-matriz y propiedades de biocompositos reforzados con fibras naturales**
Martín Esteban González López

Tesis de licenciatura

- 55** **Síntesis y caracterización de nanocorazas de oro huecas cargadas con doxorrubicina para el tratamiento de cáncer ovárico**
César Octavio de Jesús Jauregui Cordero

Investigación temprana

- 59** **Desarrollo de una estrategia de revalorización del frijol como parte de la dieta del mexicano a través de su utilización como ingredientes con importancia biológica y tecnológica**
Alejandro Escobedo Avila

Directorio de Jurado



Es importante reconocer la valiosa labor desarrollada por los evaluadores del Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología, Jalisco 2019

Alejandro Arana Sánchez
Alfredo Figarola Figarola
María Alicia Peredo Merlo
Beatriz Adriana Bustos Torres
Benjamín Huerta Estrada
Carlos Téllez Martínez
Daniel Alberto Jacobo Velázquez
Elisa Cabrera Díaz
Eugenio Godard Zapata
Francisco Medina Gómez
Francisco Urrutia de la Torre
Jesús Antonio Córdova López
Luis Alberto Rosa Sierra
Luz Patricia Castro Félix
Mara Cortés Lara
María Luisa García Bátiz
Misael Sebastián Gradilla Hernández
Óscar A. Rojas Rejón
Peter Gerritsen
Peter Knauth
Sara Ortiz Cantú
Sergio Velázquez Rodríguez

Mensaje

ALFONSO POMPA PADILLA

Secretario de Innovación, Ciencia y Tecnología



Jalisco posee una extensa tradición en la investigación y el desarrollo tecnológico, una larga historia en la que se inscriben importantes contribuciones, descubrimientos científicos, invenciones, innovaciones de nuevos productos y procesos. Esto es posible gracias al dinamismo y enfoque de los actores que conforman la Triple Hélice de Innovación: académico, empresarial y de gobierno.

En una distinguida ceremonia realizada el 26 de noviembre en el espacio emblemático de Planetario-Lunaria, el Gobernador del Estado, Ing. Enrique Alfaro Ramírez, entregó los premios y reconocimientos más significativos a Innovadores, desarrolladores de tecnología e investigadores científicos del estado. EL propósito del premio es en primer lugar reconocer a personas, o equipos de trabajo, que se han destacado por sus logros y contribuciones en toda la gama del ecosistema de innovación, ciencia y tecnología de Jalisco, así como el promover y estimular la formación de nuevos investigadores e innovadores.

Para la Secretaría de Innovación Ciencia y Tecnología es un orgullo presentar en este reporte a los ganadores de las 8 categorías: desde Innovación Temprana, Tesis de Licenciatura y Tesis de Posgrado -reconociendo a investigadores jóvenes- continuando con las de Divulgación, Innovación, Ciencia y Tecnología, con objetivos propios de cada categoría, hasta la del Mérito al Desarrollo Científico y Tecnológico, otorgada a líderes científicos por logros acumulados a través de su trayectoria, en este caso al muy destacado Dr. Juan Armendáriz Borunda.

Merecen tener al menos un reconocimiento general el gran número de postulantes que tuvimos este año, 106, todos ellos con grandes logros y que seguramente seguirán participando en las próximas ediciones del Premio, así como los integrantes de los comités de evaluación que se dieron a la tarea de revisar en forma rigurosa, objetiva e independiente, los méritos de cada propuesta para elegir finalmente a los ganadores. Nuestro agradecimiento para cada uno de ellos.

Reconocer y estimular el desarrollo científico y tecnológico, va más allá de reconocer los logros del talento jalisciense. Representa la apuesta que hacemos como estado por encontrar mejores soluciones a los retos que enfrentamos como sociedad, por incrementar la competitividad de los sectores productivos y por mejorar las condiciones de bienestar en Jalisco.

Lo invito a disfrutar de este reporte de la edición 2019, a reconocer los méritos de los ganadores y a entusiasmarlos juntos por un futuro creciente en logros y aportaciones del ecosistema de innovación, ciencia y tecnología de Jalisco.

Presentación

DANIEL ALBERTO JACOBO VELÁZQUEZ

*Director General de Ciencia y Desarrollo Tecnológico,
de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología*



En este libro se presentan los proyectos en extenso de los ganadores del Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología, Jalisco 2019. Este año se recibieron 106 postulaciones, convirtiéndose en la edición con mayor participación por parte de la comunidad científica, tecnológica y de innovación del estado de Jalisco. Se recibieron proyectos de la más alta calidad científica, demostrando que Jalisco es Tierra de Talento, y que dicho talento juega un rol fundamental en el impulso de la economía basadas en el conocimiento y en dar soluciones inteligentes a los grandes retos de nuestra sociedad. A continuación, se muestra una descripción breve de los proyectos ganadores en las 8 categorías que se reconocen en el premio.

En la *Categoría del Mérito en Desarrollo Científico-Tecnológico* se premia al Dr. Juan Armendáriz Borunda. El Dr. Armendáriz es Químico Bacteriólogo Parasitólogo por la Universidad Autónoma de Chihuahua, Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencias con la Especialidad de Bioquímica por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Adicionalmente, cuenta con un posdoctorado en Biología Molecular por la Universidad de Tennessee. Actualmente, es Profesor Investigador Titular “C” de la Universidad de Guadalajara y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel III. Su línea de investigación está enfocada en el estudio de la cirrosis hepática. Además de contar con una trayectoria encomiable en producción científica y formación de recursos humanos de alto nivel, el Dr. Juan Armendáriz también ha sido muy exitoso en la generación de medicamentos actual-

mente en el mercado (Kitoscell, Kitoscell Q, Kitoscell LP, Zaxcell y Kitocream) y es CO-fundador de empresas de base tecnológica.



En la *Categoría de Innovación* se premia a la empresa Brikap, S.A. de CV. por el desarrollo de Dauik® *in situ*, de Margarita Kaplun Mucharrafile e Ignacio Alberto Charreton Ortega; el cual es un sistema de medición para instrumentos que miden temperatura por telemetría. Dicha empresa cuenta con varias solicitudes de patente que han sido transferidas a la industria y que resuelven problemas en la calibración de líneas de proceso.

En la *Categoría de Tecnología* se premia al proyecto Biocel de la empresa Papel Laboratorio de Ideas S.A. de C.V. de Amador Duarte González, por el desarrollo de un biomaterial sustituto de unicel, que utiliza como materia prima residuos agroindustriales y los transforma en material de embalaje con una composición 100% vegetal. Dicho material representa una alternativa ecológica para los insumos de las industrias exportadoras y manufactureras.

En la *Categoría de Ciencia* se premia al Desarrollo y evaluación de vacunas mejoradas contra la tuberculosis de Dr. Mario Alberto Flores Valdez, Investigador del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C., por su proyecto enfocado en desarrollar y evaluar la capacidad inmunogénica de nuevas candidatas a vacunas contra la tuberculosis, desarrolladas a partir de una cepa de *Mycobacterium bovis* BCG. Las vacunas desarrolladas inducen una mejor protección en fases crónicas de la enfermedad, así como en la reactivación de la misma.

En la *Categoría de Divulgación* se premia al proyecto BIOTALLER ¡A conciencia!, en donde 17 investigadores del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C., desarrollaron un proyecto de ciencia recreativa que consiste en una aplicación móvil y en el desarrollo de 14 talleres dirigidos a un público infantil y juvenil, en donde se abordan temas relacionados con: tecnología alimentaria, tecnología ambiental, biotecnología vegetal, biotecnología industrial, biotecnología médica y farmacéutica. El proyecto impactó a más de 1,000 niños en donde se impulsó el desarrollo de vocaciones científicas en sectores estratégicos del estado.

En la *Categoría de Tesis* de Posgrado se premia a Martín Esteban González López del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenie-

ría de la Universidad de Guadalajara por el proyecto “Estrategias y tratamientos físico-químicos para mejorar la compatibilidad fibra-matriz y propiedades de biocompositos reforzados con fibras naturales.” Dicho proyecto se desarrolló con el objetivo de obtener un material biodegradable que pudiera ser empleado en la fabricación de utensilios y otro tipo de productos de uso común a partir de ácido poliláctico.

En la *Categoría de Tesis de Licenciatura*, se premia al proyecto “Síntesis y Caracterización de nanocorazas de oro huecas cargadas con doxorubicina para el tratamiento de cáncer ovárico” de César Octavio de Jesús Jauregui Cordero, del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad de Guadalajara, ~~por el proyecto “Síntesis y Caracterización de nanocorazas de oro huecas cargadas con doxorubicina para el tratamiento de cáncer ovárico.”~~ Dicho proyecto se realizó con el objetivo de desarrollar un tratamiento contra el cáncer ovárico, cuya efectividad se evaluó en una línea celular, en donde se determinó la eficiencia de carga de fármaco y la obtención de los parámetros de eficiencia térmica.

En la *Categoría de Investigación Temprana*, se premia al proyecto “Desarrollo de una estrategia de revalorización del frijol como parte de la dieta del mexicano a través de su utilización como ingredientes con importancia biológica y tecnológica” de Alejandro Escobedo Ávila realizado en colaboración entre el Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara y el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. El objetivo de dicho proyecto fue emplear procesos físicos y/o enzimáticos para desarrollar ingredientes a partir del frijol que sea altamente nutritivos, sensorialmente aceptables, con altos niveles de fibra y bajos niveles de α -galactooligosacáridos (α -GOS).

Ganadores 2001-2019

Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología

2019

Desarrollo del conocimiento	Juan Socorro Armendáriz Borunda Centro Universitario de Ciencias de la Salud Universidad de Guadalajara Trayectoria científica
Innovación	Margarita Kaplun Mucharraffille e Ignacio Alberto Charreton Ortega Brikap, S.A. de C.V. Sistema de medición in-situ para instrumentos de medición de temperatura por telemetría.
Tecnología	Amador Duarte González Papel Laboratorio de Ideas S.A. de C.V. BIOCEL. Sustituto biodegradable de unicel
Ciencia	Mario Alberto Flores Valdez Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Desarrollo y evaluación de vacunas mejoradas contra la tuberculosis
Divulgación	Inocencio Higuera Ciapara, Jesús Fuentes González, Jorge Valente García Hernández, José Manuel Rdríguez Domínguez, Antonia Gutiérrez Mora, Joaliné Pardo Núñez, Flor Yohana Flores Hernández, Alba Adriana Vallejo Cardona, Néstor Emmanuel Díaz Martínez, Tanya Amanda Camacho Villegas, María Dolores García Parra, Julisa López Ramírez, María de Jesús Karina Campos Serrano, Edgardo Villegas García, Jorge del Real Olvera, Claudia Alvarado Osuna y Jorge Alberto Rodríguez González Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. BIOTALLER ¡A conciencia! Talleres de ciencia recreativa
Tesis de posgrado	Martín Esteban González López Centro Universitario de Ciencias de Ciencias Exactas e Ingeniería Universidad de Guadalajara Estrategias y tratamientos físico-químicos para mejorar la compatibilidad fibra-matriz y propiedades de biocompositos reforzados con fibras naturales
Tesis de licenciatura	César Octavio de Jesús Jáuregui Cordero Centro Universitario de Ciencias de Ciencias Exactas e Ingeniería Universidad de Guadalajara Síntesis y Caracterización de nanocorazas de oro huecas cargadas con doxorubicina para el tratamiento de cáncer ovárico
Investigación temprana	Alejandro Escobedo Avila Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara y Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Desarrollo de una estrategia de revalorización del frijol como parte de la dieta del mexicano a través de su utilización como ingredientes con importancia biológica y tecnológica

2018

Desarrollo del conocimiento	Guillermo García García Departamento de Clínicas Médicas Centro Universitario de Ciencias de la Salud Universidad de Guadalajara Actividades y aportaciones científicas realizadas por el Dr. Guillermo García García para el desarrollo de la innovación y la ciencia en Jalisco
Tecnología	Mario Eduardo Cano González Centro Universitario de la Ciénega Universidad de Guadalajara. Impulso a la innovación tecnológica en el laboratorio de biofísica del Centro Universitario de la Ciénega
Ciencia	Antonia Gutiérrez Mora, Juan Gallardo Valdez, Benjamín Rodríguez Garay, Edgardo Villegas García, José Manuel Rodríguez Domínguez, Ernesto Tapia Campos, Jesús Cervantes Martínez y Marcela Livier Quiroz Hernández. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Denominación de Origen y Registro de Variedad del Chile del Árbol "Yahualica"
Divulgación	Pamela Gisel Hernández Jiménez, Itzel Galilea Ramírez Torres, Karen Alejandra Castro Gutiérrez Empresa IoT Republic Proyecto: IoT Republic
Tesis	Abraham Noé Rosas Escareño Centro Universitario de Ciencias de la Salud Universidad de Guadalajara Síntesis de nanocorazas de oro huecas sin actividad inflamatoria e inducción de inmunogenicidad por fotoactivación en células de cáncer de mama triple negativo.
Investigación temprana	Demetrio Agustín Rodríguez Fajardo Centro Universitario de Ciencias de la Salud Universidad de Guadalajara Caracterización e Identificación de Elementos Modulares de la respuesta tumoral presents en venenos provenientes de especies del génerp centrurroides con predominio en el Centro-Occidente de México en un modelo de cancer mamario.

2017

Desarrollo del conocimiento	José de Anda Sánchez Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) Trayectoria Científica, Tecnológica y de Innovación
Innovación	José Francisco Aguirre Preciado Panel Store Recubrimientos arquitectónicos de alto diseño Panel Store
Ciencia	Néstor Emmanuel Díaz Martínez Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) Investigación en Células Troncales y Medicina Regenerativa para la prevención, diagnóstico temprano y tratamiento de enfermedades crónicas de alta incidencia
Divulgación	Silvia Verónica Gutiérrez Bañuelos Escuela Secundaria Mixta No. 40 "José Clemente Orozco" Creando sonrisas con robots VEX
Tesis	Alejandra Margarita Ramírez Rodríguez Centro Universitario de Ciencias Exacta e Ingeniería Universidad de Guadalajara Efecto de la administración de ácido ursólico sobre la sensibilidad a la insulina y el síndrome metabólico
Investigación temprana	José Alfredo Ocegueda Sánchez Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI) Desarrollo de un medidor para gas radón

2015-2016

Desarrollo del conocimiento	Esperanza Martínez Abundis Centro Universitarios de Ciencias de la Salud Universidad de Guadalajara «Resultados alcanzados y aportaciones al desarrollo del conocimiento científico e innovación»
Innovación	Silvia Maribel Contreras Ramos Erika Nahomy Marino Marmolejo Flor Yohana Flores Hernández Gustavo Dávila Vázquez Roberto Emmanuel Bolaños Rosales Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco Héctor Dávalos Tinajero Organik Bolluk S.P.R. de L.R. de C.V. «Desarrollo tecnológico para la producción de un inoculante (consorcio) de bacterias benéficas para la agricultura»
Ciencia	Lourdes Mónica Bravo Anaya Centro Universitario de Ciencias Exacta e Ingeniería, Universidad de Guadalajara «Desarrollo y estudio de nanopartículas estables de quitosano/ADN para terapia génica»
Divulgación	Manuel Tonatiuh Moreno Ramos Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente «Curiosamente»
Tesis	Erick García González Unidad Académica de Tamazula del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez/Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán «Polinizador automatizado electromecánico para el cultivo de tomates en invernadero»
Investigación temprana	Jesús Francisco Echaide Aquino Universidad Autónoma de Guadalajara «Uso de PCR tiempo real (PCR-q) en el desarrollo de un biofertilizante para el maíz: evaluación de la germinación y asimilación de nitrógeno inducidos por bacterias rizosféricas inéditas»

2014

Innovación	Octavio Rodolfo Cibrián Vidrio Fernando Domínguez Quevedo Emprendedores Independientes «Cámara de recuperación de proyectiles»
Ciencia	Edgar Benjamín Figueroa Ochoa Centro Universitario de Ciencias Exacta e Ingeniería, Universidad de Guadalajara «Solubilización y liberación de fármacos anticancerígenos mediante nanopartículas formadas por copolímeros tribloque de óxido de butileno y óxido de etileno; efectividad mediante ensayos celulares in vitro»
Divulgación	Luis Antonio Medellín Serna Lotzy Beatriz Fonseca Chiu Jorge Lorenzo Vásquez Padilla Universidad de Guadalajara «Apoyo a la niñez en la educación en tecnologías del aprendizaje»
Tesis	Erick Omar Cisneros López Universidad de Guadalajara «Modificación química de fibras de agave y su efecto como refuerzo de materiales compuestos producidos por rotomoldeo»
Tesis	Luis Alberto Torres Reyes Universidad de Guadalajara «Expresión de GRHL2 y GRHL3 en células derivadas de cáncer cérvico uterino»

Investigación Temprana	Abraham Gómez Cabrera Universidad de Guadalajara «Nopal plastic»
Premio Especial	Marcos Ramón Gómez Ortega Divulgador Independiente «Ciencia urbana»
2013	
Innovación	José Antonio Cruz Serrano KuragoBiotek Holding's SAPI de CV «Alimento funcional en beneficio a la salud por mejora en sistema inmune ante enfermedades generales gastrointestinales y bronco respiratorias así como efecto antinflamatorio y antitumoral».
Ciencia	Manuel González Ortíz Centro Universitario de Ciencias de la Salud «Efecto de linagliptina vs. metformina sobre secreción de insulina, sensibilidad a la insulina y control glucémico en pacientes con intolerancia a la glucosa».
Divulgación	Gerardo Ramos Larios Instituto de Astronomía y Meteorología, Universidad de Guadalajara «Club de Astronomía».
	Luis Javier Plata Rosas Centro Universitario de la Costa Norte, Universidad de Guadalajara «Divulgar por una cultura científica: Difusión de la ciencia con ayuda —y como parte— de la cultura».
Tesis	Pablo René Díaz Herrera Instituto Mexicano del Petróleo «Construcción de un dispositivo empleado para la determinación experimental de la solubilidad de CO ₂ en soluciones acuosas de N-metildietanolamina con 1-amino-2-propanol».
Investigación Temprana	Mayra Guadalupe Rivera Mendoza Evelyn Samantha Zúñiga Rubio Centro de Enseñanza Técnica Industrial «Huevos de mosquito sintéticos: imitando a la naturaleza con nanopartículas».
Premio Especial	Karina Griselda Pérez Rubio Centro Universitario de Ciencias de la Salud «Efecto de la administración de berberina sobre el síndrome metabólico, la sensibilidad a la insulina y la secreción de insulina».
	Dr. Alberto Morales Villagrán Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias «Diseño, construcción e implementación de sistemas automatizados de análisis de neurotransmisores en muestras pequeñas».
	Luis Roberto Sahagún Ortíz Edu-tecna «Haciendo la ciencia divertida».
	Yveth Marlene Ortiz García Centro Universitario de Ciencias de la Salud «Determinación de Micronúcleos y daño oxidativo al ADN en pacientes con Periodontitis».

2012

Innovación	Dr. Arnoldo Guzmán Sánchez Dr. Eduardo Rodríguez de Anda Investigadores Independientes «Desarrollo de un nuevo procedimiento quirúrgico simplificado para disminuir la muerte materna y el sangrado en pacientes con placenta previa; utilizando instrumental quirúrgico con patente en trámite».
Tecnología	Dr. Juan Paulo García Sandoval, Dr. Víctor González Álvarez M. en C. Rosaura Hernández Montelongo, Pediatra Margarita González Hernández Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías «Control Automático de la hipotermia selectiva en cuidados neurocríticos».
Ciencia	Dr. Adrián Daneri Navarro Centro Universitario de Ciencias de la Salud «Proyecto integral de investigación contra el cáncer de mama en Jalisco».
Divulgación	Fís. Juan Miguel Nepote González Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. «Científicos en el ring: una estrategia lúdica para interesar a adolescentes y jóvenes en la historia de la ciencia y la tecnología». Dra. Silvia Josefina López Pérez, LAP. Francisco Javier Cervantes Oseguera MC. Gabriela Camargo Hernández, Dr. Leonardo Hernández Hernández Dra. Mónica Elisa Ureña Guerrero, Dra. Marisela Hernández González Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias «Programa de divulgación de la ciencia Semana Internacional del Cerebro en Jalisco 2012: Los contrastes del cerebro».
Tesis	QFB. Alejandra Gómez Gutiérrez Universidad Autónoma de Guadalajara «Participación del glutatión, melanina, catalasa y superóxido dismutasa en la sensibilidad a los fungicidas en <i>Mycosphaerella fijiensis</i>: un acercamiento químico».
Premio Especial	Dr. Ángel Hilario Álvarez Herrera Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco «Identificación de biomarcadores de la fase de persistencia no replicativa de <i>Mycobacterium bovis</i>: evidencias en la infección animal y su aplicación en el diagnóstico de la tuberculosis bovina». Dra. Marisela González Ávila Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco «Un simulador de tracto digestivo humano». MCP. Elieser Fernández Vivar Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional de Occidente. IMSS «Tratamiento con aplicación de toxina botulínica tipo a (botox) intralesional en enfermedad de peyronie». Médico Liliana del Rocío Martínez Vázquez Centro de Investigación Biomédica de Occidente «Disminución de la resistencia al cisplatino por pentoxifilina en células de cáncer de cérvix».

2011

Innovación	Dr. José de Jesús Ramírez Córdova M.V.Z. Juan Manuel Carrillo García Dr. Rodolfo Hernández Gutiérrez Laboratorios Veterinarios Halvet S.A. de C.V. «Desarrollo de una vacuna poliantigénica para la prevención y tratamiento de la mastitis en el ganado bovino causada por <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i> ».
	Dr. Francisco José Eguiarte Anaya PREVENIR, Centro de Vacunación y Medicina Preventiva S.A. de C.V. «Sistema de Refrigeración Inteligente para la Conservación Segura de Vacunas».
Tecnología	Eduardo Quintero Álvarez Escuela Secundaria Técnica. No. 40 «Trampa retenedora de olores para orinales exentos de agua y de otros líquidos ECOCHECK».
Ciencia	M. en C. José Daniel Padilla de la Rosa Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco «Desarrollo de tecnologías innovadoras para el aprovechamiento integral del limón persa».
	Dr. Miguel Juan Beltrán García Universidad Autónoma de Guadalajara «Agrobiotecnología aplicada para el control de hongos fitopatógenos: Desarrollo de un biofungicida para industria platanera del Estado de Jalisco».
Divulgación	Teresa Jimena Solinís Casparius «Tessie» UNIDIFUSIÓN «Programa de radio PUPA».
Divulgación	Dra. Silvana Guadalupe Navarro Jiménez Dr. Luis José Herminio Corral Escobedo Instituto de Astronomía y Meteorología, CUCEI-UdeG. «Año Internacional de la Astronomía 2009-2010».
Tesis	M. en C. Francisco Mejía Cárdenas CUCEI-Universidad de Guadalajara/CIATEJ A.C. «Síntesis de poliésteres biodegradables catalizada por lipasas de <i>Y. lipolytica</i> inmovilizadas».
	M.C.P. Severiano Patricio Martínez CUCBA-Universidad de Guadalajara «Evaluación <i>in vivo</i> de adsorbentes comerciales para aflatoxina B1 en raciones de bovinos contaminadas y su correlación con la presencia de AFM1 en leche».
	I.Q. Nora Edith Guevara Santos Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería «Evaluación del desempeño de un digestor anaerobio en dos etapas para el tratamiento de vinazas tequileras».
Investigación Temprana	Alejandra Escobedo Licea Magali Sánchez Sánchez Teotzinitztli Sánchez Sánchez Universidad TecMilenio Campus Guadalajara «Silla de ruedas Incorpora-T».
	Marco Antonio Trujillo Tejeda Cuauhtli Padilla Arias Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara «Pulsera para invidentes».

2010

Ciencia	Dr. Juan Florencio Gómez Leyva M. en C. Edgar Martín Suárez González Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco «Incremento en la producción de oligofructanos en <i>Agave tequilana</i> y <i>A. inaequidens</i> , mediante la aplicación de estimuladores bióticos y abióticos: Evidencias moleculares».
	Fis. Marcos Ramón Gómez Ortega Instituto de Astronomía y Meteorología, CUCEI-UdeG «Talleres de Ciencia».
Divulgación	Dr. Gerardo Ramos Larios Instituto de Astronomía y Meteorología, CUCEI-UdeG «La ciencia en imágenes».
	Dr. Francisco José Eguiarte Anaya PREVENIR, Centro de Vacunación y Medicina Preventiva S.A. de C.V. «PREVENIR TV, influenza, vacunas y algo más...»
Tesis	Ing. Carlos Alberto López de Alba Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, CUCEI-UdeG «Supervisión en tiempo real de redes eléctricas de gran tamaño».
Investigación Temprana	C. Olga Elizabeth Odriozola Casas Universidad Autónoma de Guadalajara, UAG. «Aplicación de una prueba molecular para analizar la mutación del gen de la B-tubulina en la resistencia a los bencimidazoles en el hongo fitopatógeno del plátano».
Premio Especial	Mtra. Laura Estrada Pimentel Centro Universitario del Sur, CUSUR-UdeG «Producto cárnico enriquecido para diabéticos, hipertensos, población infantil y personas de la tercera edad».
	Dr. Gustavo Rodolfo Bustillo Armendáriz Cámara de la Industria Alimentaria de Jalisco «Fructanos de agave: Otorgamiento de valor agregado y usos en sistemas alimentarios».
	M. en C. José Guadalupe López Zazueta Instituto Tecnológico de Tlajomulco «Determinación de la diversidad génica y patogenicidad de aislados de <i>Fusarium</i> , obtenidos de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. Azul) con síntomas de marchitez».
	M. en C. Omar Alfredo González Padilla Cinvestav Unidad Guadalajara «Manejo de eventos complejos en sistemas RFID».
	Clara Alejandra Vázquez Valenzuela José Cárdenas Trinidad Adrián Armando Flores Salazar CECYTEJ Jalisco, Plantel 06 Totatiche «Turbo Ventas 1.0».

2009

Tecnología	Dr. José Luis Leyva Montiel Cinvestav, Unidad Guadalajara «Sistema inteligente para manipulación de señales cardíacas (VitalSys)».
	Dr. Ángel Reinaldo Meulenert Peña Instituto de Astronomía y Meteorología-CUCEI UdeG «Creación de sistemas de alerta temprana para el diagnóstico y predicción de desastres naturales con impacto en el medio ambiente en el estado de Jalisco y en particular en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG)».

Ciencia	Dr. Eduardo Bayro Corrochano Cinvestav, Unidad Guadalajara «Computación Geométrica para el desarrollo de robots humanoides y robótica médica».
	Dra. Dulce María Díaz Montañón CIATEJ, AC «Fermentación en continuo de jugo de agave, una alternativa innovadora en el proceso de producción de tequila».

2008

Innovación	M. en C. José Luis Nuño Ayala Unima Soluciones Naturales S.A. de C.V. «Custovac: fórmula estabilizadora para vacunas con virus vivo para procesos de vacunación masiva».
Tecnología	Dr. Rogelio Lépiz Ildefonso CUCBA-Universidad de Guadalajara «Desarrollo de variedades de frijol para las regiones Altos, Centro y Sur de Jalisco».
Ciencia	Dr. Bernardino Castillo Toledo Cinvestav Unidad Guadalajara «El problema de seguimiento de trayectorias para sistemas dinámicos con enfoque de regulación difusa. Aplicación al control de sistemas físicos».
	Dra. Mayela Eugenia Villalpando Aguilar Secretaría de Educación Jalisco «El impacto del curso estatal de actualización en matemáticas (2003-2004) en el desarrollo profesional del docente en educación primaria en el estado de Jalisco».
Divulgación	Dra. Silvia Josefina López Pérez Dra. Mónica Elisa Ureña Guerrero Dra. Marisela Hernández González CUCBA-Universidad de Guadalajara «Semana del cerebro Jalisco 2008».
	Fís. Juan Miguel Nepote González Trompo Mágico, Museo Interactivo/Colegio Jaime Sabines «Cuadernos de divulgación: Estimular el gusto por la ciencia y la tecnología en niños y jóvenes».
Tesis	M. en C. José de Jesús Lara Hernández Instituto Tecnológico de Tlajomulco «Secado por aspersión del extracto hidrosoluble del nopal verdura (Opuntia spp)».
Investigación Temprana	Luis Ángel Larios Cárdenas Elva María Novoa del Toro Édgar Armando Vega Dueñas Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán «Modelo neuronal para la predicción de eventos volcánicos».

2007

Tecnología	Dr. Gregorio Cuevas Pacheco CONABIO-GEM, S.C. «BIOCOMPACT: La Biotecnología aplicada como contribución e innovación en la infraestructura carretera y construcción de materiales».
Ciencia	Dr. Lino de la Cruz Larios Dr. J. Jesús Sánchez González Universidad de Guadalajara, CUCBA «Sistema de incompatibilidad genética en maíz y teocintle (Zea Spp.) en México».

Divulgación	Biól. Sandra Gallo Corona Petra Ediciones, S.A. de C.V. <i>Plumas y Cantos. El Occidente de México</i>
Tesis	M. en C. Uriel Armando Ballinas Alfaro Instituto Tecnológico de Tlajomulco «Colonización de endorizosfera por trichoderma spp y su influencia en la inducción de proteínas Pr y biocontrol de fitopatógenos de suelo».
Investigación Temprana	Daniel Evangelista Alatorre ITESM Campus Guadalajara «Potencial antibiótico de extracto de las hierbas del arlomo (<i>Pseudelephantopus Spicatus</i> , e <i>Iresine Diffusa</i>) de la zona de la Barranca de Huentitán, Jalisco».
Premio Especial	Ing. Jorge Roberto González Tamayo Universidad de Guadalajara, CUCBA «Orquídeas de Jalisco».

2006

Tecnología	Dr. José Luis Leyva Montiel Cinvestav, Unidad Guadalajara «Alliance, sistema telefónico VoIP para telefonía rural».
Ciencia	Dr. Pável Zúñiga Haro (UdeG CUCEI/Cinvestav Unidad Guadalajara) «Análisis y control de un compensador serie».
Tesis	M. en C. Salvador González Palomares ITTJ/CIATEJ. «Efecto de la temperatura de secado por aspersión del encapsulado en los compuestos volátiles del concentrado de jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>)».
Investigación Temprana	Priscila González Barba ITESM Campus Guadalajara/ITTJ «Efectos de los tratamientos de secado, asepsia y hormonas de crecimiento en la germinación, crecimiento y multiplicación del limón mexicano (<i>Citrus aurantifolia Swingle</i>)».
Premio Especial	M. en C. Manuel Díaz Hernández M. en C. Salvador García Enríquez UdeG-CUCEI «Aprovechamiento de neumáticos de desecho en formulaciones ahuladas».

2005

Tecnología	Dr. Juan Francisco Pérez Domínguez INIFAP «Control microbiano de plagas de la raíz en maíz de la Ciénega de Chapala, Jalisco».
Ciencia	Dra. Mónica Vázquez del Mercado Espinoza Universidad de Guadalajara «Diseño y ensayo experimental de terapia tolerizante en un modelo murino de enfermedad autoinmune».
Tesis	M. en C. Beatriz Teresita Martín Márquez Universidad de Guadalajara «Diseño y elaboración de la vacuna de DNA que codifica para el antígeno Smsn RNP murino».
Premio Especial	Ing. Gabriela Ramos Leal Ing. Sergio Antonio Mendoza Zepeda ITESO «Diseño e implementación de un electro estimulador periférico para el tratamiento de úlceras en la piel».

2004

Tecnología	M.C. José Octavio Macías Macías Biól. José Ignacio Cuadriello Aguilar Universidad de Guadalajara «Producción de colonias de abejorros mexicanos (<i>Bombus ephippiatus</i>) para la polinización de cultivos bajo condiciones de invernadero».
Ciencia	Ciencia Dra. en C. Belinda Claudia Gómez Meda CIBO-IMSS «Incremento de micronúcleos en eritrocitos de sangre periférica de ratas y conejos recién nacidos de madres tratadas con ciclofosfamida: Dos modelos para estudios de teratógenos potenciales».
Tesis	M. en C. Cleotilde Fuentes Orozco Universidad de Guadalajara «Nutrición parenteral total enriquecida con L-ALANIL-L-Glutamina versus nutrición parenteral estándar en peritonitis secundaria».
Investigación Temprana	Ruth Ramírez Ramírez Universidad de Guadalajara «Caracterización Molecular con ITS PCR-RFLP de hongos ectomicorrizicos».

2003

Tecnología	Jesús Nungaray Arellano Humberto Valdivia Hernández Martha Simental Portillo Universidad de Guadalajara, Empresa Verde Valle «Impacto de las técnicas de procesamiento industrial de cuatro variedades comerciales de frijol sobre sus características nutrimentales y sensoriales».
Ciencia	Dr. Eduardo José Bayro Corrochano Cinvestav Unidad Guadalajara «Métodos geométricos para la visión artificial y robótica: teoría y aplicaciones».
Tesis	Rocío Elizabeth González Castañeda CIBO-IMSS «Efectos de la administración crónica de prednisona sobre memoria, integridad neuronal y reactividad glial en ratas adultas».
Investigación temprana	Oliver Diego González Rodríguez ITESO-CETI «Captador de energía solar con posicionador electrónico».
	José de Jesús Ramírez Torres Universidad de Guadalajara «Sistema automatizado de riego ambulante».

2002

Tecnología	Ing. Hugo Elías Ramírez Moreno Empresa Dispositivos de Ahorro de Energía «Diseño de una balastra para lámparas de V.S.A.P. de bajo consumo con desconexión automática a circuito abierto».
Ciencia	Dra. Guadalupe Rodríguez Gómez Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Occidente «La denominación de origen y el mercado de la distinción».

Tesis	Dr. Óscar Porfirio González Pérez CIBO «Efectos profilácticos y terapéuticos del ácido alfa lipoico y la vitamina e sobre la recuperación de déficit motor y extensión del daño cerebral post-isquemia por embolismo en ratas».
	Dr. Rafael León Sánchez Universidad de Guadalajara «Caracterización biológica y productiva de cinco líneas de tilapia del género <i>Oreochromis</i> spp, que se cultiva en México».
2001	
Tecnología	Ing. Mario Rubén Ibarra Rabadán Empresa Koala «Vulcan Graph: Diseño, desarrollo y fabricación del primer reómetro mexicano para la industria huleira mexicana».
Ciencia	Dr. Juan Armendáriz Borunda Universidad de Guadalajara «Adenovirus recombinante conteniendo el gen activador de plasminógeno».

◀ Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología ▶

Jalisco 2019

Compiladores

**Mtro. Alfonso
Pompa Padilla**

**Dr. Daniel
Alberto Jacobo
Velázquez**



Innovación, Ciencia
y Tecnología



Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Trayectoria científica

JUAN SOCORRO ARMENDÁRIZ BORUNDA

Centro Universitario de Ciencias de la Salud

Universidad de Guadalajara

Trayectoria científica

El Dr. en C. Juan Armendáriz Borunda obtuvo su Maestría y Doctorado en Bioquímica en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IP N en la Ciudad de México e hizo un Posdoctorado en Biología Molecular en la Universidad de Tennessee, donde logró después el nombramiento de Profesor Asistente en el Departamento de Medicina y como Investigador en el Veterans Administration Hospital en Memphis, TN. Cuenta con una antigüedad de 25 años en la Universidad de Guadalajara, Jalisco y es actualmente Investigador Titular “C” de tiempo completo, fundador y Director hasta la fecha, del Instituto de Biología Molecular en Medicina y Fundador del Departamento de Biología Molecular y Genómica, del cual fue nombrado Jefe desde Abril 2005 hasta mayo de 2016, en el Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la UdG.

Es Investigador Nacional Nivel III del SNI, por tercera ocasión consecutiva hasta el 2029 donde podrá ser elegido Investigador nacional Emérito. Su trabajo de investigación ha estado dirigido desde hace más de 35 años al estudio de la cirrosis hepática. Siendo uno de los más importantes Hepatólogos a nivel Internacional. Debido a la trascendencia y éxito de sus investigaciones, pionero a nivel mundial, en el área de terapia génica, ha desarrollado e implementado varios desarrollos Biotecnológicos para la cura de la cirrosis hepática. Como resultado de su quehacer científico ha producido más de 165 artículos en revistas de investigación Nacional e Internacionales, ha presentado más de 455 trabajos en encuentros científicos Nacionales e Internacionales, 6 libros,

33 capítulos en libros con registro ISBN, editor de la revista Archivos de Ciencia, Miembro del Consejo Directivo de la revista digital científica y tecnológica “Gnosis”, incorporada en la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal “Redalyc”, invitado como EDITOR HUÉSPED para la Revista Current Pharmaceutical Biotechnology. Múltiples Premios (50) y Reconocimientos a sus Trabajos de Investigación y, más de 2,800 Citas Bibliográficas a sus trabajos publicados. Ha obtenido 40 donativos económicos, 15 como Investigador Principal y 25 como Co-Investigador a través de Fundaciones, el CONACYT, COECYTJAL y SEP. En el rubro de la formación de recursos humanos, ha dirigido y concluido 42 tesis de doctorado, 11 de maestría y 5 de licenciatura; actualmente dirige y/o CO-dirige 13 tesis de Doctorado. Único Conferencista Mexicano invitado por la UEGW Berlin 2006, al 14th United European Gastroenterology Week. Ha sido Visiting Profesor de la Universidad de Florencia, Italia, e invitado a impartir conferencias en Universidades del extranjero como: Baylor College, Harvard, University of Tennessee, Veterans Administration Medical Center, Universidad de Florencia, Rhodes, Grecia, entre otras, así como en el CINVESTAV y varias Universidades Estatales y Dependencias de la Universidad de Guadalajara, además de ser miembro de varios Comités Nacionales e Internacionales para la evaluación de proyectos de investigación, definición de políticas y arbitraje en la revisión de artículos científicos en las áreas de Hepatología y Terapia Génica. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, forma parte de la Comisión Nacional

para el Genoma Humano y en el 2016 fungió como Presidente de la Comisión Evaluadora del Área II del Sistema Nacional de Investigadores. Esta producción científica lo ha hecho merecedor de numerosos premios y distinciones por sus investigaciones en el campo de la Biología Molecular, principalmente aplicada a la Medicina Genómica y medicina traslacional, en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Inventor de Patentes registradas, en Estados Unidos, México, Diferentes países de Europa, Canadá, y Japón. También ha dirigido y concluido varios protocolos clínicos en pacientes con Cirrosis Hepática, Cáncer Cérvico-uterino, Nefropatía Diabética, Cicatriz Hipertrófica y Queloide, Contractura de la mano por fibrosis postquirúrgica, contractura capsular mamaria post-colocación de implantes mamarios, prevención de cicatriz hipertófica y queloide post-abdominoplastia y pié diabético, prevención de estenosis esofágica post-ingesta de cáusticos, daño renal agudo por sepsis, Acné moderado y severo, Nefropatía diabética y otra patente en Esteato-Hepatitis No Alcohólica (NASH).

Es por todo lo anteriormente expuesto que ha destacado la labor pionera y la visión de este investigador en dirigir sus estudios para mejorar una de las enfermedades que aquejan a la población a nivel mundial: la cirrosis hepática. Además del avance científico en el conocimiento y evolución de enfermedades crónico degenerativas, transformando el manejo y pronóstico de éstas, lo que ayudará en gran medida a mejorar la calidad y la esperanza de vida de la población.

Sistema de medición *in-situ* para instrumentos de medición de temperatura por telemetría

MARGARITA KAPLUN MUCHARRAFILLE

mkaplun@kapter.mx

IGNACIO ALBERTO CHARRETON ORTEGA

icharreton@kapter.mx

Introducción

El presente documento describe la innovación en el desarrollo de un dispositivo, marca Dauik® *in situ*, sistema de medición para instrumentos que miden temperatura por telemetría, específicamente hablando termómetros de radiación y/o cámaras termográficas; es un sistema de referencia patrón creado como una solución a un problema detectado, que es permitir que los equipos sigan en las instalaciones del cliente ya sea por criticidad del instrumento en el proceso, riesgos de daños de equipo, tiempo de paro o algún otro factor que a criterio del usuario impida que el equipo sea enviado a un Laboratorio y de esta manera puedan ser calibrados y conocer la calidad de sus mediciones.

Como resultado de estas invenciones se cuenta con una solicitud de patente nacional No. MX/U/2016/000639 y una solicitud de patente internacional PCT No. PCT/MX2016/000190, ambas en trámite de patentamiento.

Objetivos

Proveer de trazabilidad, confiabilidad y competencia técnica a los servicios de calibración en sitio, de instrumentos de medición de temperatura por radiación en el país y LATAM. Desarrollando: a) Un nuevo método experimental de calibración en sitio en la medición de la temperatura de radiancia, medida por los termómetros de radiación y cámaras ter-

mográficas, b) Un método de análisis de las variables de influencia y cálculo de incertidumbre de las mediciones de temperatura que se realizan en la calibración en sitio de termómetros de radiación y cámaras termográficas, c) Diseño y construcción de un nuevo artefacto transportable requerido para reproducir temperatura en un intervalo de 50 °C a 500 °C, requerido para la calibración de las cámaras termográficas y termómetros de radiación en sitio, d) Un Sistema de Gestión de Calidad relativo al estándar internacional: ISO/IEC-17025:2005 (NMX-EC-17025-IMNC: 2006), e) Protección Industrial, e) Escalamiento comercial para la transferencia tecnológica, para su uso y explotación.

Metodología

Con base en el Modelo de Gestión Tecnológico de Kapter® (nombre comercial de BRIKAP, S.A. de C.V.) consta de diferentes funciones que aún cuando tienen una secuencia en las etapas del proceso también coexisten a la vez, de tal manera que se retroalimentan e interaccionan en todo momento para corregir, retroalimentar o mejorar el proceso de innovación de cada proyecto. Estas funciones son vigilar, planear, alinear, habilitar, proteger e implantar. Nuestro modelo se asemeja a una red neuronal mostrado en la figura 1.

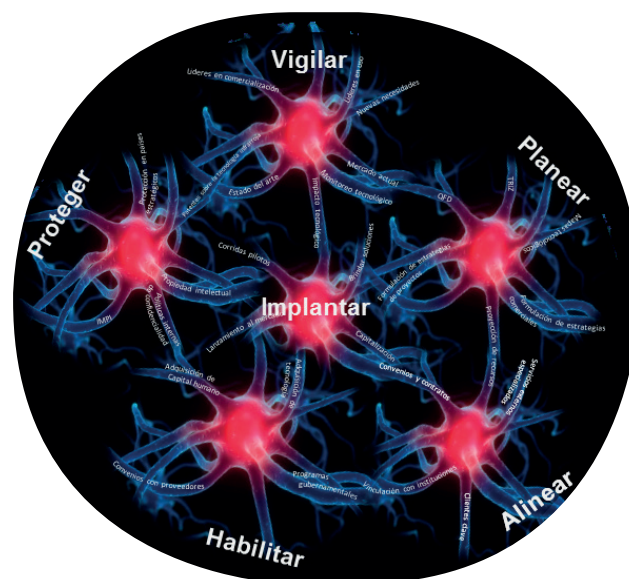


Figura 1. Modelo de Gestión Tecnológico de Kapter®

Adicionalmente se aplicaron metodologías como:

QFD (*Oportunidades encontradas*)

Ofrecer el servicio de calibración en sitio para termómetros de radiación y cámaras termográficas con resultados metrológicamente válidos y confiables, con

trazabilidad en los resultados de las mediciones de temperatura de radiancia y certificación del método.

Triz (*Para eliminar la contradicción tecnológica del método in-situ*)

Aspectos relevantes a considerar: Segmentación y extracción: Delimitar un área y protegerla con materiales que la aislen de factores como la luz, temperatura y humedad y convertir algo malo en un beneficio, incrementando al máximo los factores que afectan más en la medición.

Resultados

Esta innovación conllevó el diseño de un equipo completamente diferente a los existentes en el mercado, el cual consta de 3 sub-sistemas:

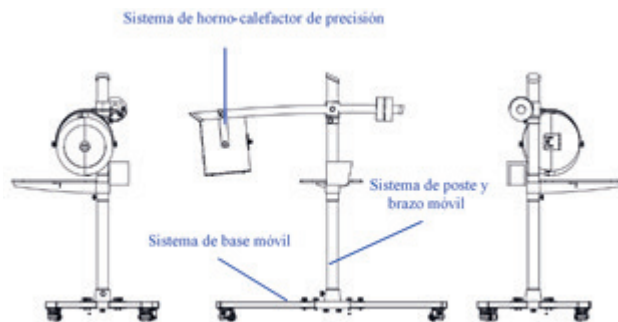


Figura 2. Vistas ortogonales del equipo de medición portátil, mostrando los sub-sistemas que lo componen.

- a) Sub-sistema de base móvil (Figura 3).
- b) Sub-sistema de poste y brazo móvil
- c) Sub-sistema de horno calefactor de precisión

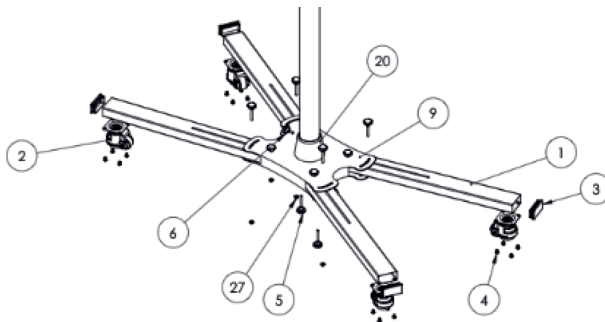


Figura 3. Representación isométrica del sub-sistema de base móvil mostrando sus elementos.

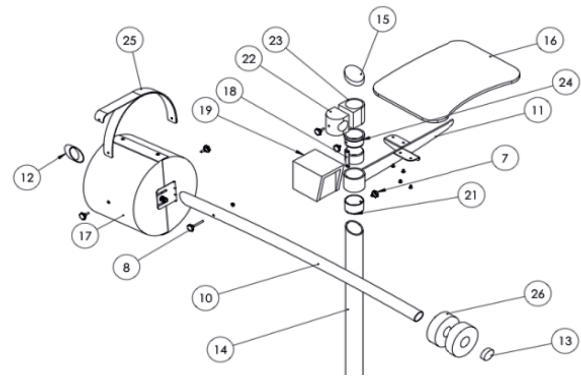


Figura 4. Representación isométrica del sub-sistema de poste y brazo móvil mostrando sus elementos.

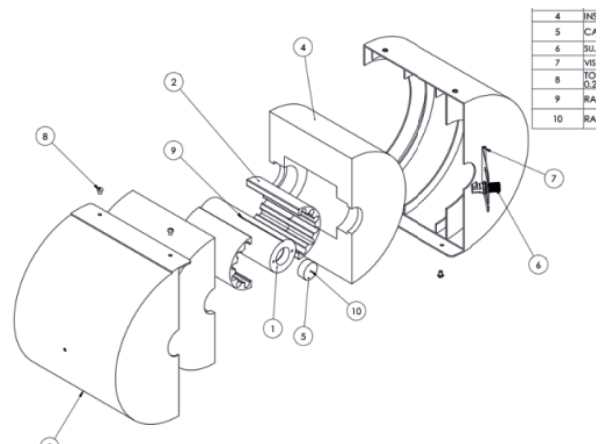


Figura 5. Representación isométrica de conjunto y despiece del sub-sistema de horno-calefactor, mostrando sus componentes.



Figura 6. Render y equipo final construido y funcional Dauik® in situ

Así mismo, se aumentó el portafolio de pi, ya que se presentaron dos solicitudes de invención de patente, tanto nacional, como pct. Se generó divulgación a través de artículos científicos y participación en congresos y el desarrollo de capital humano de alto valor.

Conclusiones

Los impactos mostrados por esta innovación no son solo de carácter regional, sino también nacional e inclusive internacional, ya que ha permitido que Kapter® comenzara con la realización de calibración in-situ de termómetros de radiación y cámaras termográficas desde mediados del 2017 hasta la fecha, teniendo resultados favorables en diversas industrias o aplicaciones.

Algunos de los ejemplos son en el sector farmacéutico, a quienes se les calibraron sus termómetros de radiación en un par de horas por día, lo que implicó paros cortos de producción en cada una de las líneas de medicamentos.

En la industria automotriz ha sido empleado en diversos casos para empresas transnacionales de proveeduría dentro y fuera del Estado de Jalisco donde las líneas de producción emplean pirómetros (que son termómetros de radiación de proceso) para calibrarlos y determinar su error e incertidumbre.

Algunas clínicas de rehabilitación privadas y el Centro de Rehabilitación Infantil del dif en Guadalajara emplean ya la termografía como método no intrusivo en la detección de condiciones fisiológicas para diversas lesiones o tratamiento. Aún cuando mucho del análisis térmico que se realiza es cualitativo, el determinar temperaturas corporales (análisis cuantitativo) con precisión puede permitir al médico tratante determinar otras condiciones adversas al organismo que pudieran afectar al paciente.

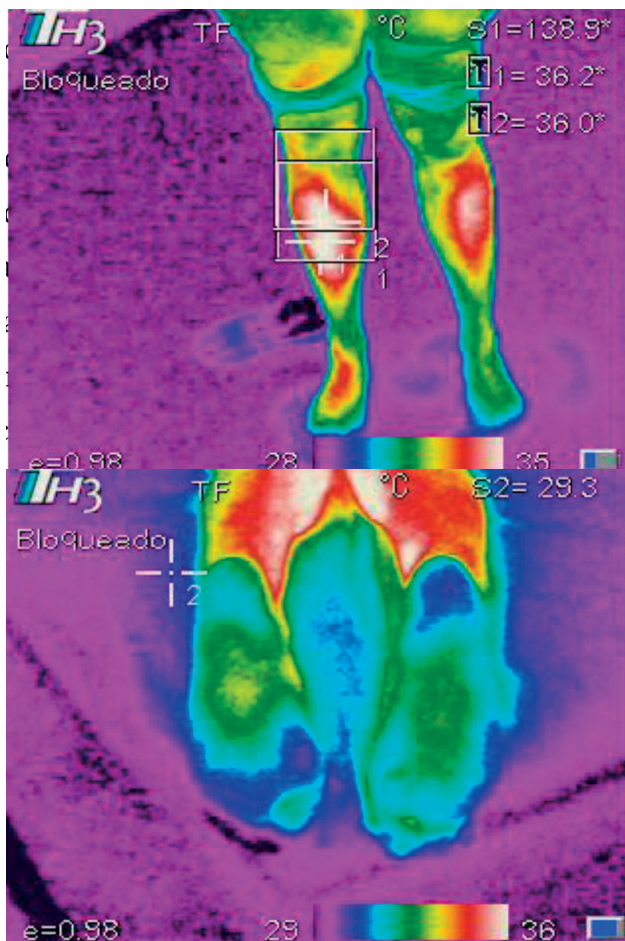


Figura 7. Niño con displasia

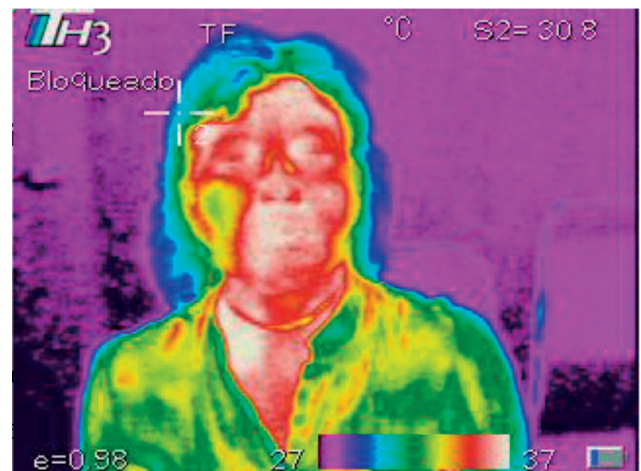


Figura 8. Mujer con parálisis facial

La creación de nuevas tecnologías como el sistema Dauik® In-situ, disponible en nuestro país y en LATAM, permite apoyar el mejoramiento y especialización en los procesos de diversos sectores industriales y así lograr conseguir que los productos hechos en México sigan contando con especificaciones de calidad mundial, ya que nuestra industria es parte de la gran cadena de proveeduría global.

Biocel, sustituto de unicel biodegradable

AMADOR DUARTE GONZÁLEZ

Desarrollo industrial y manufactura

Recursos naturales y medio ambiente

PAPEL, Laboratorio de Ideas S.A. de C.V.

Correo institucional: papel.lab@gmail.com

Teléfono de oficina: (33) 2303 1948

Edificio Q, Primer Piso, CP 44340. Guadalajara, Jalisco

Introducción

El proceso lineal de extracción, transformación, y desuso de la mayoría de los artículos cotidianos se han vuelto insostenibles. Nos basamos principalmente en fuentes de recursos no renovables como materia prima, utilizamos inmensas cantidades de energía para transformarla y al final de su vida útil, convertimos estos artículos en residuos, que sólo en muy pocos casos pueden degradarse e integrarse de nuevo a la tierra.

El problema de contaminación ambiental es evidente y en busca de dar solución a este panorama, cada vez más países y organizaciones buscan generar acciones para detener el cambio climático, y si México planea sumar esfuerzos para esta causa, debe replantear los procesos en sus actividades económicas clave, que impactan de manera negativa al medio ambiente. Dos de estas actividades son la producción agrícola y la industria manufacturera, dentro de las cuales, jugamos un papel muy importante a nivel internacional.

Según datos de SAGARPA¹, en México, la producción de kilogramos de grano cultivado es proporcional a la producción residuo agroindustrial, por lo que la cantidad de dichos residuos, oscila en las 45 mil toneladas anuales.

1 SAGARPA. (2009)

Esto representa un alto costo en esfuerzos para su gestión, por lo cual, muchos de los pequeños y grandes productores, optan por hacer quemas de estos residuos. Se sabe, que este tipo de prácticas son las responsables de cerca del 40% de CO₂² en el ambiente, generando emisiones de gases de efecto invernadero y una mala calidad del aire.

Por otro lado, la industria manufacturera representa el 2.9% del PIB (INEGI)³, lo cual es de suma importancia para la economía del país, donde abundan las industrias que ensamblan, desarrollan y exportan gran cantidad de mercancías, conectando a México con países en todo el mundo. Para este tipo de exportaciones se utilizan materiales de embalaje que garanticen las características de los productos, para lo que en muchos casos se utiliza poliestireno expandido, conocido como “UNICEL”. Este material es altamente contaminante en su proceso de extracción, debido a su composición derivada del petróleo, transformación, por la gran cantidad de energía y emisiones generadas y desuso, y por su composición 95% aire y 5% plástico su gestión como residuo sólido urbano (RSU), es complicado ya que abarca grandes volúmenes y es difícilmente reutilizable. A pesar de esto, en México, el consumo anual asciende a más de 100 mil toneladas⁴.

Con base en estas dos problemáticas, desarrollamos un biomaterial sustituto de UNICEL, que utiliza como materia prima residuos agroindustriales transformándolos en material de embalaje con una composición 100%

vegetal, a partir del cual la agroindustria puede brindar una solución ecológica para los insumos de las industrias exportadoras y manufactureras.

Objetivos

General

Transformar residuos agroindustriales en un biomaterial capaz de sustituir el poliestireno expandido (UNICEL), que a diferencia, no desencadene procesos altamente contaminantes.

Específicos

Revalorizar los residuos agroindustriales dando una solución de gestión y manejo a los pequeños y grandes productores de Jalisco, evitando que opten por quemarlo disminuyendo la cantidad de dióxido de carbono en el aire y creando un nuevo nicho de mercado en el que sus residuos se conviertan en la materia prima para alternativas en materiales de consumo de empresas de paquetería y embalaje.

Disminuir el consumo y la producción de UNICEL a partir de una alternativa sustentable que de valor agregado a productos de exportación y logre un mejor posicionamiento global a las industrias manufactureras mexicanas.

Metodología

A partir de conceptos de biomimética, utilizamos la biología de los hongos como un aglutinante natural para solidificar las partículas de materia vegetal encontradas en residuos agroindustriales y con esto, crecer biomateriales libres de huella de carbono.

Recolectamos residuos agroindustriales, por los cuales muchos productores pagan a

2 Kambis y J.S. Levine. (1996)

3 INEGI. (2018)

4 California Coastal Commission / Miriam Gordon (2006)



Fig.1 Bolsa de 1kg de sustrato antes de inocular



Fig.2 Bolsa de 1kg de sustrato al 90% de colonización



Fig.3 Esquinero estandar para embalaje 15X15X15 cm de 70 gramos

empresas certificadas para que se encargan de su gestión, volviendo económicamente viable la obtención de la materia prima. Una vez recolectado dicho sustrato, este se somete a condiciones específicas de temperatura y humedad, lo que nos permite inocular el organismo deseado que cumpla con las características del material que deseamos reemplazar (dureza, rigidez, livianez, etc). A partir de esto comienza una etapa de incubación en donde el cuerpo vegetativo de los hongos, conocido como micelio, une y solidifica todas las partes del sustrato. Posterior a esta etapa de crecimiento, el micelio ya esparcido en todo el sustrato, le brinda la capacidad de ser moldeado en las formas del producto deseado y se mantiene en las mismas condiciones de crecimiento para que este gane forma, fuerza y cohesión entre sus partes. Después de un proceso de deshidratación, el sustrato se convierte en un biomaterial compuesto, capaz de fungir como material de embalaje, aligerante o aislante para losas y muros de construcción. Todo este proceso sin depender directamente de hidrocarburos.

Resultados

Durante un tiempo aproximado de 2 años, se estandarizó el proceso de crecimiento de un biomaterial con características de desempeño incluso mejores a las del poliestireno expandido (UNICEL), esto por su ligereza, su capacidad como aislante acústico, eléctrico y térmico, termoestabilidad, y su resistencia a impactos; pero con la diferencia de que el UNICEL tarda cientos de años en degradarse y el biomaterial de micelio, en condiciones de erosión, se reintegra completamente al ambiente en 30 días. Este proceso de bio fabricación de materiales, nos brinda la oportunidad de tener soluciones a problemáticas cotidianas con una huella de carbono positiva, ya que al final de su vida útil, dicha materia se convierte en abono con características como mejorador de suelo. Biocel y no UNICEL.

Conclusiones

A lo largo de la historia, las etapas evolutivas han tenido como punto de inflexión los descubrimientos de materiales. La edad de piedra, edad de bronce, edad de hierro, el descubrimiento del vidrio y los plásticos, entre otros, le han brindado a la humanidad la capacidad de dar soluciones a problemáticas habituales

generando con esto grandes pasos evolutivos. Ahora, hemos llegado a la era de la biofabricación, en donde a partir de la biomimética podemos imitar los procesos naturales y acoplándose a las necesidades actuales, lograr soluciones bajo un esquema de producción circular y no lineal, donde no existan pérdidas económicas ni deterioro ambiental.

Si queremos generar esfuerzos que nos ayuden a combatir el cambio climático, es necesario mejorar los procesos de producción de nuestros artículos cotidianos en todas sus etapas; extracción, transformación y desuso, de manera que dejen de ser fuentes altamente contaminantes y por lo contrario se vuelvan procesos que aporten valor a las acciones para combatir el cambio climático.

Bibliografía

- 1 SAGARPA. (2009). Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación de ganado [en línea]. [Recuperado en Febrero. 2018].
- 2 Kambis y J.S. Levine, "Biomass Burning and the Production of Carbon Dioxide: a Numerical Study", capítulo 17 en: Biomass Burning and Global Change (1996), Joel S. Levine (comp.), Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, EU, vol. 1, pp. 170
- 3 INEGI 2018, "Producto Interno Bruto 2017. Comunicado de Prensa 245/18 23 de Mayo de 2018." Disponible en: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2018/pib_pconst/pib_pconst2018_05.pdf [Recuperado el 30 Julio 2018]
- 4 California Coastal Commission / Miriam Gordon (2006) "Eliminating Land-based Discharges of Marine Debris in California: A Plan of Action from The Plastic Debris Project," Disponible en: www.plasticdebris.org [Recuperado en Agosto 2018]

Desarrollo y evaluación de vacunas mejoradas contra la tuberculosis

DR. MARIO ALBERTO FLORES VALDEZ

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del Estado de Jalisco, A.C., Biotecnología Médica y Farmacéutica. Av. Normalistas 800, Col. Colinas de la Normal, Guadalajara, Jalisco, 44270. (+52) 33 33 45 52 00 ext. 1301. floresv@ciatej.mx

Introducción

Tuberculosis: Cifras mundiales, nacionales y estatales y papel de la vacuna actual

La Tuberculosis (TB) es un problema de salud pública mundial, ya que resulta en cerca de 10 millones de casos nuevos y 2 millones de muertes al año. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 2 mil millones de personas (un cuarto de la población mundial) están infectados de manera latente con *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb). En México, se presentan alrededor de 17 mil casos nuevos y cerca de dos mil defunciones cada año (Secretaría de Salud). En Jalisco, se registran más de mil nuevos pacientes con esta enfermedad. Por otro lado, existe un debate sobre la eficacia de la vacuna BCG en uso hoy en día, donde varios estudios controlados de pruebas y controles clínicos muestran estimados de protección que varían de 0 al 83%. Un meta-análisis de los resultados de estas pruebas llevó a un grupo a concluir que el nivel de protección contra la TB pulmonar es del 50% si se consideraba el efecto de la latitud en un modelo de regresión lineal, mientras otro grupo de investigación concluyó que los datos eran demasiado heterogéneos para poder obtener una conclusión significativa. Ambos grupos, no obstante, concordaron en señalar que la vacuna actual protege (en un rango de 64% a 86%) contra las formas diseminadas de la enfermedad, como meningitis y TB miliar, aunque con poca protección contra

el desarrollo de TB pulmonar en adolescentes y adultos (Mahomed et al., 2006 y referencias ahí incluidas) indicando quizá la falta de presentación de algunos antígenos específicos del estadio pulmonar de la micobacteria.

Estrategias Actuales para el Desarrollo de Nuevas Vacunas contra la TB.

En años recientes, se ha podido atenuar a cepas patógenas de *M. tuberculosis*, producir componentes particulares (vacunas subunitarias) y quitar o agregar genes a la vacuna actual (BCG). Nuestro proyecto tiene que ver con esta última estrategia, y la mejora lograda al remover genes involucrados en el metabolismo del segundo mensajero diguanilato cíclico (c-di-GMP, por sus siglas en inglés) respecto a la vacuna actual.

Objetivo general

Producir nuevas vacunas contra la tuberculosis, a partir de una cepa de *Mycobacterium bovis* BCG, que se basa en la hipótesis de que la capacidad incrementada de formar biopelículas *in vitro*, mimetiza aspectos de la infección *in vivo* y verificar su inmunogenicidad y capacidad de protección contra la tuberculosis en diversos modelos animales.

Metodología

(a) *Evaluación de la capacidad inmunogénica de las nuevas BCG candidatas a vacuna producidas en CIATEJ, en modelos murinos de TB pulmonar progresiva, crónica, latente y latente linfática.* Analizamos y comparamos la capacidad de células del sistema inmune, particularmente linfocitos T (CD4+ y CD8+) y macrófagos,

de incrementar ya fuera su presencia total en órganos infectados, o bien la participación específica de moléculas producidas por estas células del sistema inmune (IFN γ principalmente). También evaluamos la abundancia total de diversas moléculas que modulan la respuesta inmune y de gran relevancia en tuberculosis (IFN γ , TNF α , IL-6, IL-10, entre otras). Para esto, células de pulmón, bazo y/o nódulos linfáticos, se extrajeron de animales inmunizados (únicamente) e infectados (o no), y se sometieron a re-estimulación *in vitro* con proteínas antigénicas de *M. tuberculosis* (derivado proteico purificado, PPD, por sus siglas en inglés, o proteínas secretadas al cultivo, CFP, por sus siglas en inglés, respectivamente). Esto da una medida de la capacidad de responder a la infección en etapa adaptativa, es decir, conforme progresa la enfermedad o bien ante un nuevo encuentro con la bacteria patógena [1-3]. (b) *Evaluación de la capacidad protectora de las nuevas BCG candidatas a vacuna producidas en CIATEJ, en modelos animales de TB pulmonar progresiva, crónica, latente y latente linfática.* Se vacunaron grupos de ratones BALB/c, B6D2F1 o C57BL/6 (o conejillos de Indias [4]), de manera subcutánea, en la base de la cola, con (i) la vacuna convencional BCG, (ii) nuestras candidatas a vacuna BCG Δ BCG1419c o BCG Δ BCG1416c y (iii) solución salina estéril. Regularmente, 8 semanas después de la vacunación, se retaron los grupos de ratones con 2.5×10^5 Unidades formadoras de colonia (UFC) de la cepa virulenta *M. tuberculosis* H37Rv (tuberculosis progresiva)[1, 3] o 100 UFC de la misma cepa para el modelo de TB latente linfática [5]; para el modelo de TB

latente y reactivación de la misma, la diferencia fue que primero se indujo una infección estable, crónica, en ratones B6D2F1 (cruza de primera generación de C57BL/6 x DBA2/J), anestesiados con 56 mg/kg de pentotal aplicado intraperitonealmente, y luego se infectaron con 4×10^3 UFC de *M. tuberculosis* H37Rv, y permitir el progreso de la infección por 5 meses, para después inmunizar, dejar pasar dos meses e inmunosuprimir con 3 mg/mL de corticosterona disuelta en el agua de beber para inducir la reactivación de la enfermedad latente [1]. En todos los casos, se determinó la capacidad de *M. tuberculosis* H37Rv de multiplicarse en pulmones, así como medir el daño pulmonar por histopatología y morfometría automatizada.

Resultados.

1. Aportación a la innovación en vacunas contra tuberculosis. Una patente otorgada por el IMPI (título 363576) y una solicitud de patente en examen de fondo (expediente MX/a/2015/015918, folio MX/E/2015/084127) hoy en día.
2. Aportación al conocimiento científico. 5 (cinco) artículos publicados en revistas indexadas en Journal Citation Reports (JCR) (ver referencias citadas).
3. Aportación en formación de recursos humanos especializados. Se formó a un Químico Farmacéutico Biólogo y está por concluir un Doctorado en Ciencias, ambos de Universidad de Guadalajara. Así mismo, el Dr. César Pedroza Roldán invirtió parte de su estancia postdoctoral en este proyecto,

y él actualmente es Profesor Investigador Titular de la Universidad de Guadalajara.

4. Aportación a la generación de grupos de investigación. Se ha contribuido a la generación de nuevo conocimiento desde Jalisco en áreas de vanguardia en investigación sobre tuberculosis. Esto, aunado al apoyo que el Gobierno del Estado de Jalisco (COECyTJal) ha brindado al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CIATEJ, A.C.) en infraestructura para laboratorios de Cultivo Celular, Bioseguridad niveles 2 (BSL2) y 3 (BSL3), el grupo de investigación y desarrollo de vacunas para el sector farmacéutico nacional, asentado en Jalisco, ha colaborado con diversos desarrollos de distintas empresas jaliscienses.

Conclusiones

Se determinó que inmunización con las nuevas candidatas a vacuna desarrolladas por el Dr. Mario Alberto Flores Valdez, respecto de la vacuna BCG actual, induce una mejor protección en fases crónicas de enfermedad y en la reactivación de esta, según se puede apreciar en cada publicación científica. La importancia de nuestros nuevos hallazgos estriba en que este proyecto es pionero a nivel estatal, nacional y mundial, ya que ningún grupo de investigación en México había publicado artículos científicos o solicitado patentes con un proyecto basado en el desarrollo de candidato alguna a vacuna contra la tuberculosis, que sea de planeación, prueba y concepto 100% mexicanos, posicionando a Jalisco como referente nacional e internacional en este tema.

Referencias

1. Pedroza-Roldan C, Guapillo C, Barrios-Payan J, Mata-Espinosa D, Aceves-Sanchez MD, Marquina-Castillo B, et al. The BCG Delta BCG1419c strain, which produces more pellicle in vitro, improves control of chronic tuberculosis in vivo. *Vaccine*. 2016;34(40):4763-70. doi: 10.1016/j.vaccine.2016.08.035. PubMed PMID: WOS:000383824300001.
2. Flores-Valdez MA, Pedroza-Roldan C, Aceves-Sanchez MJ, Peterson EJR, Baliga NS, Hernandez-Pando R, et al. The BCG Delta BCG1419c Vaccine Candidate Reduces Lung Pathology, IL-6, TNF-alpha, and IL-10 During Chronic TB Infection. *Front Microbiol*. 2018;9:1281. Epub 2018/06/28. doi: 10.3389/fmicb.2018.01281. PubMed PMID: 29946316; PubMed Central PMCID: PMC6005825.
3. Segura-Cerda CA, Aceves-Sanchez MJ, Marquina-Castillo B, Mata-Espinoza D, Barrios-Payan J, Vega-Dominguez PJ, et al. Immune response elicited by two rBCG strains devoid of genes involved in c-di-GMP metabolism affect protection versus challenge with *M. tuberculosis* strains of different virulence. *Vaccine*. 2018;36(16):2069-78. Epub 2018/03/20. doi: 10.1016/j.vaccine.2018.03.014. PubMed PMID: 29550192.
4. Aceves-Sanchez MJ, Flores-Valdez MA, Shanley C, Orme I, Bielefeldt-Ohmann H. Vaccination of guinea pigs with BCG Delta BCG1419c transiently reduces hematogenous spread of *M. tuberculosis* to the spleen. *Pathog Dis*. 2018;76(9). Epub 2018/12/01. doi: 10.1093/femspd/fty088. PubMed PMID: 30500936.
5. Sathkumara HD, Pai S, Aceves-Sanchez MJ, Ketheesan N, Flores-Valdez MA, Kupz A. BCG Vaccination Prevents Reactivation of Latent Lymphatic Murine Tuberculosis Independently of CD4(+) T Cells. *Front Immunol*. 2019;10:532. Epub 2019/04/06. doi: 10.3389/fimmu.2019.00532. PubMed PMID: 30949177; PubMed Central PMCID: PMC6437071.

BIOTALLER ¡A conciencia!

Talleres de ciencia recreativa

DR. INOCENCIO HIGUERA CIAPARA

inohiguera@ciatej.mx

LIC. JESÚS FUENTES GONZÁLEZ

jfuentes@ciatej.mx

**MCCC. JORGE VALENTE GARCÍA
HERNÁNDEZ**

jvalenteh@ciatej.mx

**DR. JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ
DOMÍNGUEZ**

mrodriguez@ciatej.mx

DRA. ANTONIA GUTIÉRREZ MORA

agutierrez@ciatej.mx

DRA. JOALINÉ PARDO NÚÑEZ

jpardo@ciatej.mx

M.C. FLOR YOHANA FLORES HERNÁNDEZ

fflores@ciatej.mx

DRA. ALBA ADRIANA VALLEJO CARDONA

avallejo@ciatej.mx

DR. NÉSTOR EMMANUEL DÍAZ MARTÍNEZ

ediaz@ciatej.mx

DRA. TANYA AMANDA CAMACHO

VILLEGAS

tcamacho@ciatej.mx

DRA. MARÍA DOLORES GARCÍA PARRA

dgarcia@ciatej.mx

Q. F. B. JULISA EDITH LÓPEZ RAMÍREZ

jelopez@ciatej.mx

**Q. F. B. MARÍA DE JESÚS KARINA
CAMPOS SERRANO**

kcampos@ciatej.mx

BIOL. EDGARDO VILLEGAS GARCÍA

evillegas@ciatej.mx

DR. JORGE DEL REAL OLVERA

jdelreal@ciatej.mx

DRA. CLAUDIA ALVARADO OSUNA

calvarado@ciatej.mx

**DR. JORGE ALBERTO RODRÍGUEZ
GONZÁLEZ**

jrodriguez@ciatej.mx

Introducción

BIOTALLER es un proyecto de ciencia recreativa conformado inicialmente por una serie de 14 talleres y la generación de una aplicación móvil, alineados a las cinco líneas de investigación del CIATEJ (Tecnología Alimentaria; Tecnología Ambiental; Biotecnología Vegetal; Biotecnología Industrial y Biotecnología Médica y Farmacéutica). Los talleres se realizaron en la sede Guadalajara y la subsele Zapopan del Centro, las actividades estuvieron dirigidas a un público infantil y juvenil de entre 10 y 15 años de diversas instituciones educativas de la región.

Este proyecto inicialmente estuvo financiado por la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Comunicación Pública de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación 2017 (proyecto número 283104).

Para cada línea de investigación se creó un personaje ilustrado que, desde el nombre los objetos y colores utilizados la representara, estos personajes formaron parte de la narrativa y fueron portavoces del lenguaje para que los científicos creadores de los talleres pudieran hacer empatía con sus interlocutores. La oficina de difusión y divulgación del CIATEJ fue la responsable de adecuar el lenguaje, mediaciones y coordinación de actividades entre científicos autores de los talleres y proveedores creativos.

Objetivos

Realizar una serie de talleres de ciencia recreativa para niñas, niños y jóvenes de entre 10 y 15 años sobre biotecnología y tecnología aplicada a los ámbitos fundamentales de la vida: salud, agricultura, alimentación, medio ambiente, manejo de residuos y energías, para fomentar el interés científico y la utilidad del conocimiento en el ejercicio de una ciudadanía responsable, innovadora y solidaria.

Objetivos específicos

- Fortalecer la participación institucional en sus diferentes ámbitos y llegar a diferentes públicos a través de diversos medios.
- Generar proyectos transdisciplinarios materializados en documentos interactivos eficaces para la socialización del conoci-

miento científico y tecnológico entre diversos actores de la sociedad.

- Promover la apropiación social y cultural del conocimiento de base científica y tecnológica en la región con el acompañamiento del personal científico.

Metodología

Diseño. Se buscó la sinergia entre un grupo de comunicación del CIATEJ, integrado por representantes de diferentes áreas del centro y el personal de investigación con experiencia en Divulgación y Comunicación Pública de la Ciencia, de esta manera surgió el interés por abordar temas relacionados con problemas de agenda global como son la seguridad alimentaria, salud pública, uso eficiente de recursos naturales, cuidado del medio ambiente y tratamiento de residuos. La dinámica de los talleres consistió en que, con el acompañamiento de los investigadores que representan a las cinco áreas de investigación y todo un equipo de apoyo, estas niñas, niños y jóvenes experimentarían en primera persona y a través de ejercicios científicos adaptados para ellos, el valor que tiene la ciencia en su vida; aprovechando el conocimiento generado en el campo científico de su localidad y desarrollando habilidades que les ayuden a resolver problemas cotidianos.

Planeación

El equipo de comunicación en conjunto con el personal científico y tecnológico, desarrollaron una serie de talleres recreativos de orden prescriptivo. Se conformaron grupos de trabajo por cada línea de investigación, quienes

se encargaron de realizar la propuesta técnica para el desarrollo de las actividades. Esta propuesta fue analizada y adaptada por el equipo de comunicación para dar al lenguaje un tono y enfoque adecuados para una audiencia definida. También se crearon versiones alternativas y caseras a partir de los experimentos diseñados para las primeras fechas del proyecto.

Ejecución

Durante el periodo de ejecución del proyecto, cada día se dedicó para abordar una línea de investigación, es decir, se impartieron tres talleres distintos sobre la misma línea y éstos se replicaron de acuerdo al número de instituciones atendidas y a la distribución por grupos, fueron tres instituciones invitadas por día, tanto en turno matutino como vespertino. Cada equipo de talleristas estuvo conformado por un investigador líder, por el creador o creadora del taller, estudiantes, técnicos subcontratados y personal administrativo como apoyo logístico. Con una duración de aproximadamente 40 minutos, los talleres se ofrecieron de manera simultánea para que los grupos de estudiantes pudieran rotar, de tal manera que fuera posible disfrutar del total de talleres por día. También se ofrecieron visitas a las instalaciones y demostraciones didácticas por parte de instituciones colaboradoras como Colibrí 3D, en las que hubo demostraciones de impresión 3D y sus aplicaciones. De igual manera, la Red temática mexicana aprovechamiento integral sustentable y biotecnología de los agaves (Agared), compartió conferencias sobre la importancia de los agaves en México y el trabajo científico que realizan. Cabe señalar

que, durante la ejecución de estos talleres, una aplicación móvil estuvo disponible de manera gratuita para que los participantes tuvieran acceso posteriormente a todas las versiones de los experimentos.

Registro de actividades

La aplicación móvil mencionada anteriormente, cuenta con un apartado llamado “Experiencias”, donde las y los participantes del Biotaller tuvieron la posibilidad de compartir experiencias a través de comentarios, fotos y videos con el personal de investigación, profesores y todos los usuarios de la aplicación (Figura 1). Por otro lado, se aplicó una encuesta previa y posterior a la experiencia del taller para medir percepciones sobre la Biotecnología, talleres de ciencia y si los asistentes habían considerado dedicarse a esta profesión en un futuro.

Resultados

Aunque este proyecto fue acotado para ejecutarse entre septiembre y octubre de 2017, debido al éxito, en la región se han realizado diversas réplicas en foros como la Feria Internacional del Libro de Guadalajara, Festival Papirolas, Museo de Paleontología, Verano ITESO y visitando algunas escuelas de la zona metropolitana de Guadalajara, integrando nuevos talleres (Figura 2). También, es importante resaltar que derivado de este proyecto se publicó un libro titulado: “La biodiversidad: una aventura científica”, el cual recopila una serie de experimentos que ayuda a las y los niños a conocer la gran biodiversidad que tiene el planeta, a través de experimentos narrados en una forma clara y sencilla.

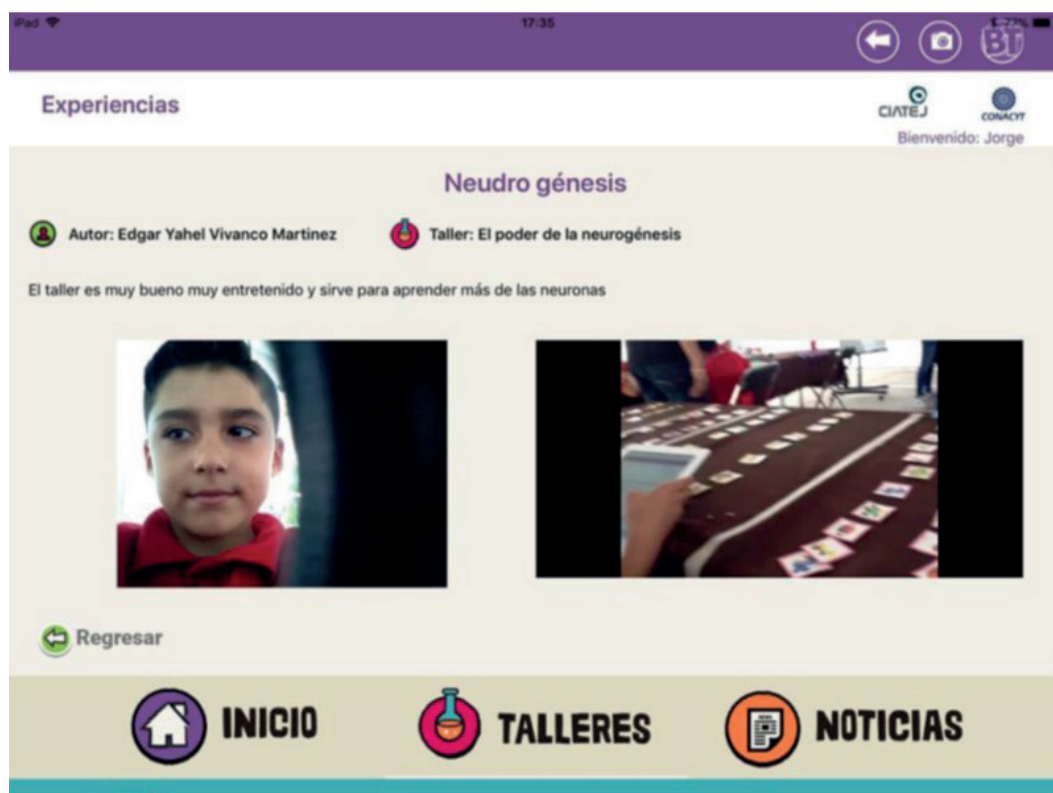


Figura 1. Sección de “Experiencias” en la aplicación móvil.

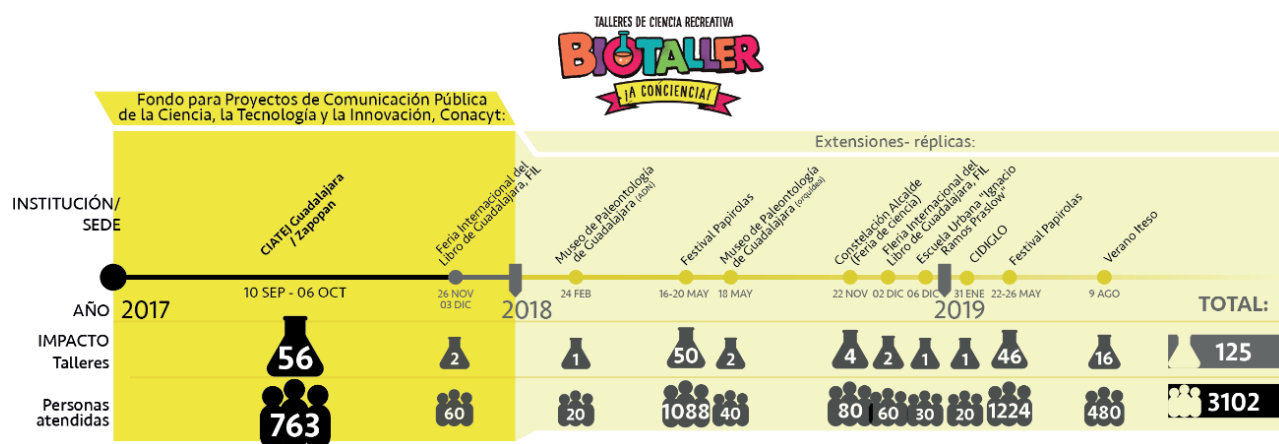


Figura 2: Línea de tiempo de impacto de Proyecto Biotaller. En amarillo brillante se muestra el periodo del proyecto apoyado por el Fondo Conacyt, en amarillo pálido el periodo en que se ha replicado en otros espacios como un proyecto de extensión propio del CIATEJ.

Conclusiones

Biotaller ¡A conciencia! Talleres de ciencia recreativa, representó un proyecto sin prece-

dentes para el CIATEJ, su gestación y desarrollo cumplió con las expectativas planteadas y tuvo una gran aceptación en la localidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos al finalizar los talleres, se determinó que es necesario diseñar un proyecto con mayor escala

para atender la demanda de diversas instituciones en todo el estado y con la posibilidad de expandirse a otros estados. Es importante regionalizar los contenidos de acuerdo con el contexto social a donde se deseen llevar las actividades, con la finalidad de que los participantes se apropien de una mejor manera del conocimiento.

Finalmente, se consideró que es importante reactivar, optimizar y enriquecer la aplicación móvil con diversas herramientas, tales como: realidad aumentada y la realidad virtual, para incrementar la interacción y la participación directa de los usuarios en los diseños y formatos disponibles en la plataforma y con ello, hacer más atractivo la apropiación del conocimiento. Producir material totalmente propio y flexible a los medios y soportes para aquellas regiones en las que la cobertura de red tecnológica es de difícil acceso.

Estrategias y tratamientos físico-químicos para mejorar la compatibilidad fibra-matriz y propiedades de biocompositos reforzados con fibras naturales

M. EN C. MARTÍN ESTEBAN GONZÁLEZ LÓPEZ

martin.gonzalez@alumnos.udg.mx

Introducción

Los problemas asociados a la contaminación ocasionada por plásticos no biodegradables generan la importante necesidad de sustituirlos por materiales biodegradables o sustentables. El poli(ácido láctico) (PLA) es un biopolímero biodegradable con excelentes propiedades, sin embargo, es quebradizo e inestable térmicamente lo cual puede modificarse al formar biocompositos con fibras naturales. Estas fibras son un refuerzo interesante debido a su bajo costo, baja densidad, alto desempeño mecánico y biodegradabilidad. No obstante, la adhesión interfacial PLA/fibra es débil debido a la diferente polaridad de las fibras hidrofílicas y el biopolímero hidrofóbico, por lo que es necesario mejorar la compatibilidad. La incorporación de agentes de acoplamiento, principalmente polímeros funcionalizados con anhídrido maleico, es el principal método de compatibilización, sin embargo, existen otros enfoques como la modificación química de las fibras, o la adición de especies reactivas durante el procesamiento.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de diversas estrategias y tratamientos físico-químicos en la adhesión interfacial de biocompositos de PLA producidos por moldeo por inyección y moldeo rotacional.

Objetivos particulares

1. Producir y caracterizar agentes de acoplamiento basados en distintos anhídridos injertados a poli(ácido láctico).
2. Evaluar la eficiencia de los acoplantes mediante la incorporación por extrusión a biocompositos de PLA/fibra de agave, así como el efecto de la modificación química de fibras de agave en la adhesión interfacial de biocompositos de PLA/fibra modificada.

Metodología

Materiales. Fibra de agave (*Agave tequilana* Weber var. Azul) obtenida en Tequila, Jalisco y PLA Ingeo 3251D (Nature Works, EU). Para las modificaciones químicas se utilizaron anhídrido maleico (MA), peróxido de dicumilo (DCP) y N,N-dimetilformamida (DMF).

Síntesis y caracterización de los acoplantes: El MA-g-PLA se obtuvo procesando PLA-MA-DCP en un extrusor de doble husillo. Una vez obtenido, fue caracterizado por espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) para determinar su grado de funcionalización.

Modificación de las fibras: Las fibras fueron sumergidas en una solución de MA-g-PLA en N,N-dimetilformamida a 90°C durante 30 minutos en agitación. Finalmente, las fibras fueron caracterizadas morfológicamente por SEM.

Preparación y caracterización de los biocompositos: 1) *Extrusión-Inyección.* Se prepararon mezclas con 30% de fibra con 1, 2 o 5% de MA-g-PLA y el resto de PLA para ser extruidas en un extrusor de doble husillo y posteriormente moldeadas por inyección. 2) *Rotomoldeo.* Se procesaron materiales compuestos de PLA y distintos porcentajes de fibra (modificada o

no modificada). Los componentes se moldearon a 300°C en una máquina piloto de rotomoldeo. Se analizó la morfología de los biocompositos por SEM, así como las propiedades mecánicas de tensión.

Resultados

Preparación y caracterización de MA-g-PLA. Las señales en RMN-¹³C del MA-g-PLA indican la presencia de diferentes ambientes químicos de PLA modificado y sin modificar, ya que el MA-g-PLA presenta diferentes desplazamientos químicos debido a la incorporación de MA, resultando en picos sobrepuestos de MA-g-PLA y PLA (Figura 1). El espectro de RMN-¹H muestra una pequeña señal, debido a la presencia de dos hidrógenos equivalentes de grupos -CH, observable en 4.3 ppm y que corresponde a los protones presentes en el anhídrido maleico. Esto sugiere que el MA podría estar presente como entrecruzante de las cadenas de PLA y que el anillo está abierto en forma de ácido. A partir de la integración de las señales de -CH en 4.3 ppm y la señal en 5.2 ppm del hidrógeno del carbono alfa del PLA, se determinó un grado de funcionalización de 2.28%.

Propiedades de tensión de biocompositos compatibilizados vía incorporación por extrusión de MA-g-PLA. Se observó un incremento en el módulo de tensión en función del porcentaje de MA-g-PLA, obteniendo mejoras de hasta 18% al incorporar 5% de agente acoplante (Figura 2). La incorporación de MA-g-PLA resultó en mejoras en la resistencia a la tensión, confirmando la adhesión interfacial. Incorporar agente acoplante por encima del porcentaje óptimo disminuye la resistencia

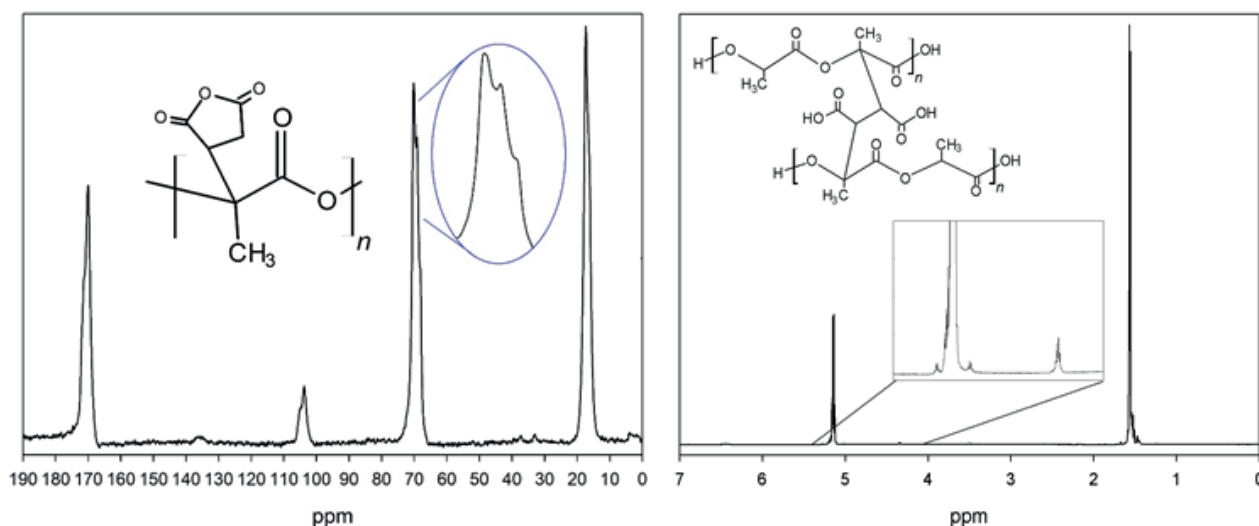


Figura 1. Espectro de RMN de sólidos de ^{13}C de MA-g-PLA (izquierda) y espectro de RMN- ^1H de MA-g-PLA en CDCl_3 (derecha).

ya que el MA-g-PLA que no interactúa con las fibras queda disperso como un componente con menor peso molecular [1]. Por lo que es útil restringir la presencia de MA-g-PLA a la superficie de las fibras mediante un tratamiento químico con el agente acoplante. De forma que el polímero penetra la porosidad de la fibra y reacciona a través del anhídrido maleico en la superficie de la misma [2].

Propiedades de tensión de biocompositos rotomoldeados compatibilizados vía modificación química de las fibras con MA-g-PLA. Las propiedades disminuyen con la incorporación de fibra como resultado de la incompatibilidad y aglomeración de las fibras, características del moldeo rotacional. En el caso de los biocompositos preparados con 20% fibra modificada, la resistencia a la tensión mejoró 68% mientras que el módulo incrementó 32% (Figura 3). Esto indica que se obtuvo buena compatibilidad con el tratamiento. Sin embargo, en altos contenidos de fibra ocurren numerosas discontinuidades en el material, lo cual domi-

na sobre la incompatibilidad interfacial en términos de afectar las propiedades mecánicas.

Conclusiones

El MA-g-PLA presenta diferentes desplazamientos químicos en un espectro de RMN- ^{13}C debido a la presencia de anhídrido maleico que da como resultado picos superpuestos de polímero modificado y sin modificar. Además, el MA podría estar presente como entrecruzante y el anillo abierto en forma de ácido. La incorporación de MA-g-PLA mejora la adhesión interfacial del material hasta cierto porcentaje, ya que el agente acoplante que no interactúa con las fibras queda disperso como un componente de menor peso molecular. La modificación química con MA-g-PLA limita la presencia de agente acoplante a la superficie de las fibras, depositando un recubrimiento de polímero enlazado químicamente, lo cual incrementa la adhesión interfacial de los biocompositos.

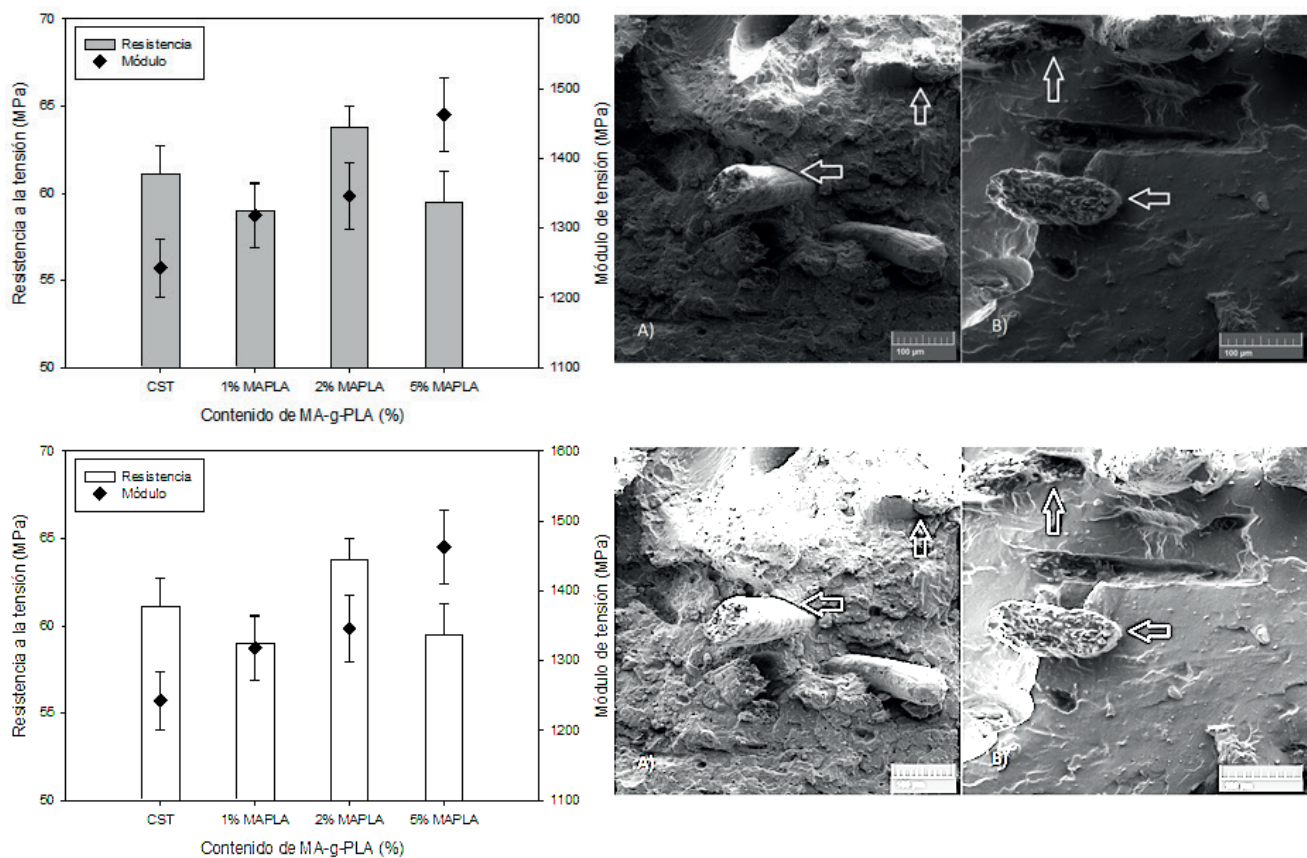


Figura 2. Propiedades de tensión de biocompositos PLA-coco (70:30) (izquierda) y micrografías SEM (derecha) de a) biocompositos: y b) biocompositos compatibilizados.

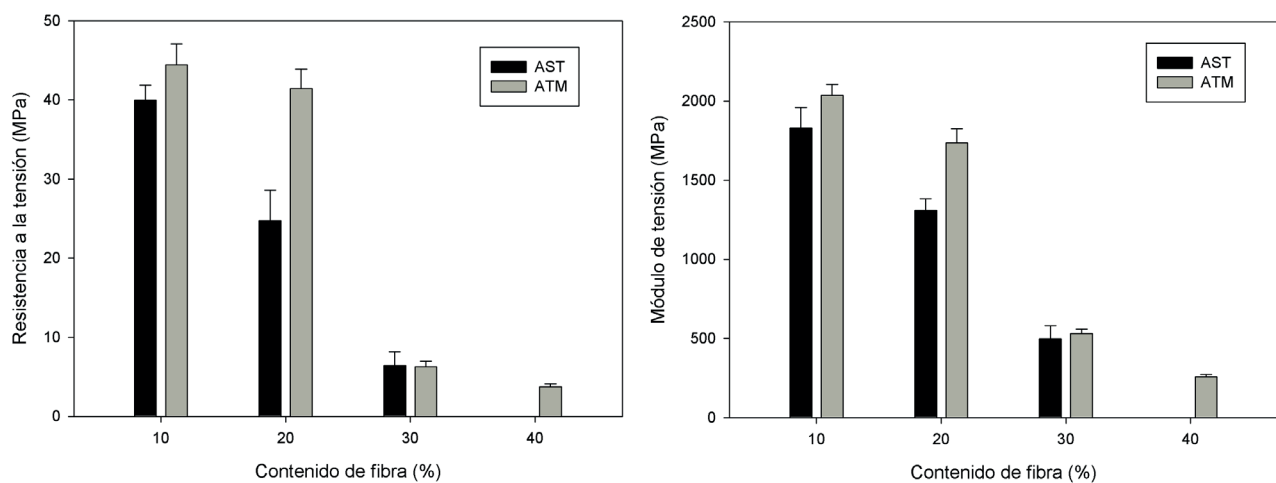


Figura 3. Propiedades de tensión de biocompositos de PLA-agave rotomoldeados; resistencia (izquierda) y módulo (derecha).

Bibliografía

González-López, M.E., Robledo-Ortiz, J.R., Manríquez-González, R., Silva-Guzmán, J.A.,

& Pérez-Fonseca, A.A. (2018). Composite Interfaces, 25(5-7), 515-538.

Zhu, H., Wang, L., Gan, H., & Yi, C. (2012). Polymer Composites, 33(10), 1659-1666.

Síntesis y caracterización de nanocorazas de oro huecas cargadas con doxorrubicina para el tratamiento de cáncer ovárico

CÉSAR OCTAVIO DE JESÚS JAUREGUI CORDERO

iqcesar.jauregui@hotmail.com

Introducción

El cáncer ovárico (CO) es considerado la neoplasia ginecológica más letal debido a la dificultad para ser diagnosticada en etapas tempranas, ya que comúnmente se confunde con otras enfermedades. Por lo anterior, es necesario desarrollar nuevas alternativas para el tratamiento del CO, que ataquen el problema desde una perspectiva diferente a las terapias convencionales basadas principalmente en la cirugía cito-reductiva y a base de químicos altamente tóxicos como el cisplatino y el paclitaxel [1].

Las nanopartículas de distintos metales (en especial las nanopartículas de oro) han recibido interés en la comunidad médica por sus propiedades fototérmicas, de transporte de fármacos y por su baja toxicidad celular, en específico las nanocorazas de oro huecas (AuNCs) sintetizadas mediante reemplazamiento galvánico [2]. Por lo cual se exploraron las propiedades de conversión fototérmica; capacidad de las AuNCs de convertir la luz en energía calorífica por el fenómeno de plasmón resonancia de superficie (PRS) [3], el transporte de un agente antineoplásico mediante la carga del fármaco en las cavidades de la nanopartícula [4]. Para incrementar su estabilidad y prepararlas para su posterior funcionalización con moléculas “guía” específicas hacia las células de CO, las AuNCs fueron pegiladas con un poli(etilenglicol) heterobifuncional, SH-PEG-NH₂ (Mw 3400). Los sistemas obtenidos se caracterizaron y se estudió su capacidad citotóxica en la línea celular SKOV-3 de CO.

Objetivo

Sintetizar, caracterizar y evaluar la capacidad citotóxica de las nanocorazas de oro huecas cargadas con doxorrubicina contra una línea celular de cáncer ovárico. Así como evaluar la eficiencia de carga de fármaco y la obtención de los parámetros de eficiencia térmica.

Metodología

1. Síntesis de Nanocorazas de Oro Huecas (AuNCs).

1.1 Preparación de las soluciones madre;

Nitrato de plata, ácido ascórbico, Citrato de sodio, hidroxilamina, ácido cloráurico y doxorrubicina.

1.2. Síntesis de la semilla de plata; Llevar a reacción el nitrato de plata con ácido ascórbico y citrato de sodio.

1.3. Síntesis de AuNCs, reacción de reemplazamiento galvánico.

1.4. Pegilación, lavado, acondicionamiento y caracterización; TEM, potencial Z, espectrofotómetro.

2. Irradiación de la suspensión de AuNCs con un láser a 800 nm de longitud de onda, eficiencia térmica.

3. Carga de Doxorrubicina.

3.1. Cuantificación de Doxorrubicina libre y encapsulada.

4. Ensayo de citotoxicidad.

4.1. Cultivo de células skov-3.

4.2. Tratamiento celular con diferentes controles.

4.2.1. Control, células libres.

4.2.2. AuNCs.

4.2.3. AuNCs+Láser.

4.2.4. AuNCs+Doxorrubicina.

4.2.5. AuNCs+Doxorrubicina+Láser.

Resultados

El máximo característico de la dispersión de Nanocorazas de oro huecas es de $800 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm}$, este se evidenció por espectrofotometría, con tamaño promedio de $101.8 \pm 5.1 \text{ nm}$ ($n=9$). La pegilación aumentó la estabilidad de las AuNCs y evitar su agregación. Una vez pegiladas el tamaño aumentó a $118.5 \pm 7.8 \text{ nm}$ ($n=9$).

Por su parte la morfología se observó mediante el TEM, con esta técnica también obtenemos un diámetro promedio de las AuNCs, Figura 1. Experimentalmente se obtuvieron los datos de incremento de temperatura con los cuales se ajustó la ecuación de Roper et. al. [2].

$$T(t) = \tau_s \left[\frac{I(1-10^{-A\lambda})\eta + Q_0}{\sum_i m_i C p_i} \right] \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_s}} \right)$$

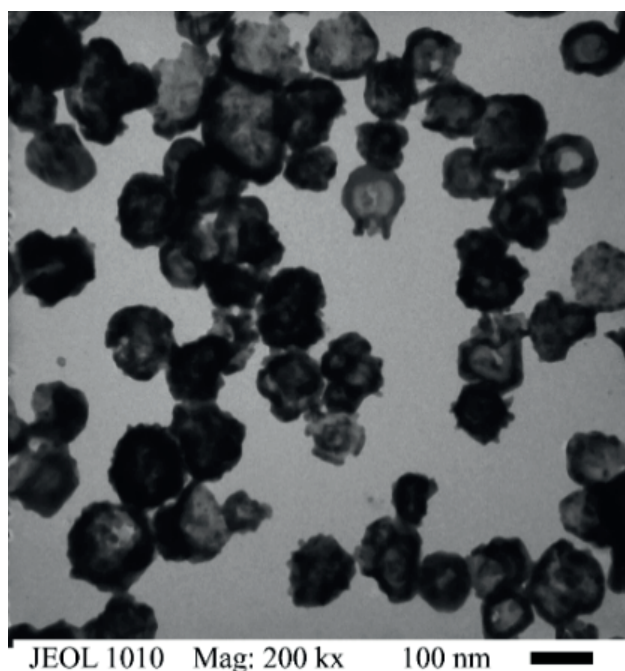


Figura 1. Imágen al TEM de AuNCs, TEM aumento de 200 kx escala 100 nm

El máximo incremento registrado fue de 34 ΔT °C logrando temperaturas alrededor de 60 °C en la suspensión de AuNCs suficiente para causar hipertermia o sensibilizar la célula cancerígena para una posterior quimioterapia. La eficiencia de conversión fototérmica obtenida fue del 43%. El % de carga de fármaco obtenido fue de 1.24 a 4.89%. La baja carga del fármaco evidencia dos fenómenos; i) una saturación por alta concentración de doxorubicina en forma de dímero, ii) Interacción de cargas entre los terminales amino de la Doxorubicina y el PEG.

Por otra parte el pH de la solución de AuNCs es de aproximadamente 4.5 y las constantes de ionización de la Doxorubicina son $pK_{a1} = 7.34$ (phenol); $pK_{a2} 8.46$ (amino) [5]. El método de encapsulación puede ser optimizado modificando los pH de las suspensiones.

Las AuNCs fueron probadas en la línea celular skov-3 de cáncer epitelial de ovario para evaluar la citotoxicidad de las mismas, dicha información se evidencia en la Figura 2.

Una vez realizada la prueba se confirmó que el % de viabilidad disminuía al someter las células a una terapia quimio-fototérmica, a una mayor concentración de NPs cargadas con doxorubicina había un mayor número de muerte celular (9.99 % de viabilidad celular), al aumentar el número de AuNCs al momento de irradiar se pudiera alcanzar una mayor temperatura y comparando al sistema AuNCs+DOXO con el sistema AuNCs+DOXO+Láser encontramos una diferencia de 45.96 % en la viabilidad siendo la irradiación factor importante en la terapia quimio-fototérmica al aumentar la muerte de células cancerígenas.

Conclusión

Las AuNCs demuestran ser un vehículo con gran potencial en la nanomedicina; toxicidad baja y/o nula y propiedades fototérmicas, que combinadas con la quimioterapia ayuda a una mayor eliminación de las células cancerígenas. El complejo AuNCs+DOX redujo la viabilidad celular de las células de la línea skov-3 hasta un 9.99 % combinando la quimioterapia y la terapia fototérmica, al ser de acción localizada pudiera disminuir en gran manera los efectos secundarios de los oncológicos y mejorar la calidad de vida de los pacientes que se encuentran en un tratamiento antineoplásico. Algunas de las perspectivas a futuro son bastante prometedoras:

- Biofuncionalización y conjugación. Funcionalización de este sistema con anticuerpos monoclonales dirigidos hacia el factor de crecimiento epidérmico humano (HER-2) para proveerlo de selectividad hacia las células tumorales de cáncer ovárico.
- Modificación del pH del medio y temperatura. La experiencia nos llama a cambiar el pH y ajustarlo a las constantes de disociación de los diversos compuestos para favorecer los intercambios iónicos, así como gradientes de amonio o de sales específicas.
- Diálisis y métodos de ultrafiltración. Mejorar los lavados en los procesos puede mejorar los resultados en la carga de fármaco.
- Funcionalización con diversos polímeros. Se busca modificar la superficie de la nanocoraza mediante nuevos polímeros que le den más resistencia además de au-

mentar los tiempos de residencia en el cuerpo.

Prueba en sistemas experimentales in vivo. Una vez obteniendo AuNCs funcionalizadas con anticuerpos monoclonales probarlas en ratones y mamíferos.

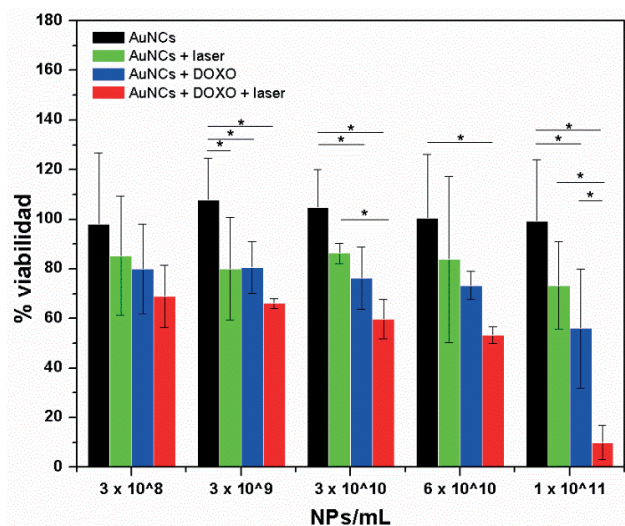


Figura 3. Ensayo de viabilidad celular. El % viabilidad con diferentes concentraciones de nanopartículas de oro y con diferentes tratamientos. La carga de dox dentro de las AuNCs fue de 0.42 μ M. El análisis

estadístico se realizó mediante ANOVA simple, por grupos con iguales concentraciones, para discernir el efecto del tratamiento, usando la prueba LSD de Fisher. * indica una $p < 0.05$.

Referencias

- Kim, A., Ueda, Y., Naka, T., & Enomoto, T. (2012). Journal of Experimental & Clinical Cancer Research, 31(1), 14.
- Carrillo-Torres, R., García-Soto, M., Morales-Chávez, S., Garibay-Escobar, A., Hernández-Paredes, J., & Guzmán, R. et al. (2016). RSC Advances, 6(47), 41304-41312.
- Roper, D. K., Ahn, W., & Hoepfner, M. (2007). Journal of Physical Chemistry C, 111(9), 3636-3641.
- You, J., Zhang, R., Zhang, G., Zhong, M., Liu, Y., & Van Pelt, C. et al. (2012). Journal Of Controlled Release, 158(2), 319-328.
- Bains, O. S., Karkling, M. J., Lubieniecka, J. M., Grigliatti, T. A., Reid, R. E. y Riggs, K. W. (2010). Naturally Occurring Variants of Human CBR3 Alter Anthracycline In Vitro Metabolism. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 332(3), 755-763. <https://doi.org/10.1124/jpet.109.160614>

Desarrollo de una estrategia de revalorización del frijol como parte de la dieta del mexicano a través de su utilización como ingredientes con importancia biológica y tecnológica

ALEJANDRO ESCOBEDO AVILA

alex.ea2@hotmail.com

1. Introducción

El frijol es un alimento rico en nutrientes y compuestos bioactivos que forma parte de la dieta tradicional del mexicano. Sin embargo, debido a cambios en los estilos de vida de los mexicanos, la incorporación a la dieta de alimentos de baja calidad nutrimental y fácil preparación, y el fenómeno de inflamación asociado al consumo de esta legumbre, han generado que en las últimas décadas su consumo haya disminuido considerablemente, al igual que su producción en el estado. El fenómeno de inflamación está asociado a la presencia de α -galactooligosacáridos (α -GOS) que durante su fermentación en el colon producen síntomas como la misma inflamación, flatulencias y hasta diarrea en personas con alta susceptibilidad. En este sentido, es importante reducir el contenido de estos compuestos en el frijol por medio de procesamiento. Otro grave problema en México y en Jalisco es la alta prevalencia de enfermedades no transmisibles como diabetes mellitus tipo 2, obesidad, enfermedades cardiovasculares y cáncer colorrectal. Estas enfermedades pueden ser prevenidas con una correcta alimentación, incorporando alimentos ricos en fibra dietética como el frijol. No obstante, las preferencias por el consumo de botanas y frituras poco saludables han sido partícipes en el desarrollo de estas enfermedades.

2. Objetivo general

Desarrollar ingredientes a partir del frijol reducidos en α -GOS, elevados en fibra dietética y almidón resistente, y sensorialmente aceptables,

manteniendo sus propiedades nutricionales, utilizando procesos físicos y/o enzimáticos.

2.1 *Objetivos específicos*

1. Evaluar el efecto de un tratamiento enzimático no específico en los factores antinutricionales del frijol negro y pinto para producir harinas de frijol reducidas en α -GOS.
2. Elaborar una botana de frijol reducida en α -GOS y grasas utilizando procesos de cocción y secado, y evaluar sus propiedades químicas y sensoriales.
3. Aislar almidón físicamente modificado de frijol procesado en autoclave y evaluar sus características químicas y tecno-funcionales.

3. Metodología

3.1 *Harina de frijol reducida en α -GOS*

En este trabajo, se realizaron dos combinaciones de procesos para reducir los factores antinutricionales en harinas de frijol negro y pinto. El primero fue una combinación de tratamiento enzimático, cocción en olla exprés y remojo, y el segundo fue una combinación de cocción en autoclave y remojo.

Para el tratamiento enzimático se remojó el frijol en una solución de bicarbonato de sodio y se coció. El frijol entero y en harina se suspendieron en agua destilada y se trataron con el complejo enzimático (celulasa, hemicelulasa y β -glucanasa). Al término, el complejo enzimático se inactivó, las muestras se secaron en un horno de convección y se molieron.

Por otro lado, para el tratamiento térmico, el frijol se remojó en agua destilada o una solución de bicarbonato de sodio. El frijol se co-

ció con agua destilada en una autoclave. Posteriormente, el frijol se secó, molió y tamizó.

Finalmente, para ambas combinaciones de procesos, se evaluó el contenido de α -GOS y se eligieron los 3 procesos con los mejores resultados y se prosiguió a la cuantificación del contenido de taninos, ácido fítico, almidón resistente, fibra dietética, proteína total y soluble.

3.2 *Botana de frijol*

La invención se encuentra en solicitud de patente con el número de expediente MX/a/2019/011048, por tal motivo se describe el método brevemente. El frijol es remojado, cocido y secado. Se evaluó el contenido de proteína, grasas, hidratos de carbono, fibra dietética, almidón resistente, α -GOS y cenizas. Además, se realizó una evaluación sensorial – prueba hedónica con 5 niveles de aceptación de tres distintas botanas de frijol.

3.3 *Almidón modificado de frijol*

Se procesó frijol negro descascarillado en una autoclave y se enfriaron las muestras. El almidón se aisló mediante una extracción alcalina de las proteínas y una precipitación del almidón. El precipitado se solubilizó en agua destilada para secarlo por aspersión. Por último, se evaluaron las propiedades tecno-funcionales como la capacidad de retención de agua y aceite, y solubilidad; posteriormente se eligieron los dos tratamientos con las mejores propiedades tecno-funcionales y se cuantificó el contenido de almidón resistente, fibra dietética, α -GOS y proteína total. Además, se analizaron las propiedades térmicas a través de una calorimetría de barrido diferencial.

4. Resultados

4.1 Harina de frijol libre de α -GOS

Tratamientos enzimáticos, cocción en olla exprés y remojo

En particular, el tratamiento con remojo con bicarbonato, cocción e hidrólisis enzimática en harina presentó una reducción en el contenido de α -GOS del 97.6% para el frijol negro y del 88.8% para el frijol pinto. Con respecto al contenido de taninos, el frijol tratado con remojo con bicarbonato e hidrólisis enzimática en harina mostró una reducción en el contenido de taninos de 81.5% y 79.9% para el frijol negro y pinto, respectivamente. Por el contrario, no hubo reducciones en los niveles de ácido fítico en ambas variedades. El contenido de fibra dietética se redujo en un 72.5% y 58.2% en el frijol negro y pinto, respectivamente a través del tratamiento con remojo con bicarbonato, cocción e hidrólisis enzimática en harina. Del mismo modo, los tratamientos enzimáticos disminuyeron la concentración de almidón resistente, por debajo del 75% en ambas variedades. En cuanto al contenido de proteína, únicamente disminuyó un 4.9% en el frijol pinto procesado con remojo con bicarbonato, cocción e hidrólisis enzimática en harina. Sin embargo, la solubilidad de las proteínas disminuyó con la cocción hasta un 73% en ambas variedades.

Tratamientos en autoclave y remojo

Los tratamientos con mayores reducciones en el contenido de α -GOS fueron remojo más cocción en autoclave por 3 minutos para el frijol negro (65.9%) y remojo más cocción en autoclave por 15 minutos para frijol pinto (72.3%).

Asimismo, la concentración de taninos disminuyó en mayor medida cuando se utilizó el tratamiento con cocción en autoclave por 3 minutos en un 81.6% y 79.6% para frijol negro y pinto, respectivamente. En cambio, solo dos tratamientos, cocción en autoclave por 3 minutos y remojo más cocción en autoclave por 3 minutos mostraron una reducción en los niveles de ácido fítico en frijol negro (14.6% y 15.5%, respectivamente). Todos los tratamientos térmicos disminuyeron la cantidad de fibra dietética en ambas variedades. Además, se observó una reducción de almidón resistente superior al 82% en todos los procesos de autoclave en frijol negro y pinto. Los niveles de proteína total no presentaron disminuciones con ningún tratamiento. A pesar de ello, los procesos de autoclave redujeron la solubilidad de las proteínas alrededor de un 74% en ambas variedades.

4.2 Botana de frijol

La evaluación sensorial – prueba hedónica de tres muestras mostró una aprobación del 85% de los evaluadores. La botana mostró un contenido de proteína de 20.6%; y de fibra dietética de 17.6%, similares al del frijol crudo. Mientras que la concentración de α -GOS disminuyó un 56% en comparación con el frijol crudo.

4.3 Almidón modificado de frijol

El tratamiento en autoclave aumentó la capacidad de retención de agua con respecto al almidón de frijol crudo, mostrando una tendencia, entre mayor es la temperatura y el tiempo de procesamiento, mayor es el agua que las muestras logran retener. Por otro lado, en

comparación con el almidón de frijol crudo, la solubilidad disminuyó con los tratamientos. Los tratamientos no indujeron cambios en la capacidad de retención de aceite en relación con el almidón de frijol crudo.

Se procedió con la caracterización química de los almidones de frijol procesado en autoclave a 100 °C por 30 min, y por el doble ciclo térmico a 121 °C por 15 min. Ambos tratamientos disminuyeron el contenido de almidón resistente un 14.4 y 26.6% para el proceso a 100 y 121 °C, respectivamente, en relación con el almidón de frijol crudo. A pesar de estas reducciones, el almidón resistente presente en el almidón de ambos frijoles procesados es mayor (>90.5%) respecto a las harinas de trigo. Por otra parte, el contenido de α -GOS de los almidones de frijol es similar, incluso, al de las harinas de trigo. Los dos procesos disminuyeron el contenido de fibra dietética; sin embargo, la concentración en el almidón del frijol tratado a 100 °C fue semejante al de la harina integral de trigo. Por el contrario, los almidones de frijol mostraron un mayor contenido en el contenido de proteína total, en un 62.5 y 78.5% en los procesos a 100 y 121 °C, respectivamente. Obteniendo así, concentraciones similares de proteína total con respec-

to a las harinas de trigo. En tanto, después del procesamiento, la entalpía de gelatinización disminuyó en un 77.6% para el tratamiento a 100 °C, y en un 56.9% para el tratamiento a 121 °C.

5. Conclusiones

Como primer resultado, se logró generar harinas de frijol reducidas en α -GOS que podrían ser empleadas como un ingrediente alternativo en la formulación de alimentos horneados, extruidos, snacks o pastas dirigidas a personas con sensibilidad digestiva. Por otro lado, se obtuvo una botana de frijol térmicamente procesada, de bajo costo, sensorialmente atractiva, reducida en α -GOS, y elevada en proteínas y fibra dietética. Además, se aprovechó el almidón de frijol físicamente modificado, el cual podría ser utilizado como agente espesante para pudines, salsas, cremas o productos lácteos, proporcionando una etiqueta limpia y libre de gluten al no utilizar almidones químicamente modificados. El desarrollo de estos nuevos productos podría significar una alternativa para incrementar el consumo y la producción de frijol, y así, lograr una mejora considerable en la salud de la población y un impacto positivo en la industria agroalimentaria de Jalisco.

*Ganadores del Premio Estatal de Innovación,
Ciencia y Tecnología, Jalisco 2019*
se editó en diciembre de 2019
en Ediciones de la Noche
Madero 687, zona Centro, 44100,
Guadalajara, Jalisco

www.edicionesdelanoche.com

El libro electrónico estará disponible en
www.sicyt.jalisco.gob.mx

◀ Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología ▶

Jalisco 2019

Contacto

Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología

Edificio MIND, planta baja, Av. Faro No. 2350,
col. Verde Valle, C.P. 44550, Guadalajara, Jal.

Teléfono: (33) 1543 2800 ext. 52439

Correo electrónico:

daniela.ocegueda@jalisco.gob.mx

@InnovaJal 
/InnovaciónJalisco 

sicyt.jalisco.gob.mx



Innovación, Ciencia
y Tecnología

