Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología

Jalisco 2020

Innovación, Ciencia y Tecnología

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología

Jalisco 2020

Innovación, Ciencia y Tecnología

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Todos los derechos reservados conforme a la ley
© D.R. Gobierno del Estado de Jalisco

Imagen de la portada:
© D.R. Gobierno del Estado de Jalisco

Primera edición, abril de 2021

Diseño editorial:
Libros Invisibles, área de servicios editoriales
informes@librosinvisibles.com
www.librosinvisibles.com
Tel. + WhatsApp: +52 3314822765

Imágenes de stock: © Depositphotos
Pagados los Derechos de reproducción.

ISBN: En trámite.

Impreso y hecho en México
Printed and Made in Mexico

Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización expresa del titular de los Derechos.

Las opiniones expresadas son de exclusiva responsabilidad de los autores y autoras y no constituyen de manera alguna la posición oficial del editor. El cumplimiento con todas las leyes de derechos de autor y propiedad intelectual correspondientes, es de exclusiva responsabilidad de los autores y autoras. Cualquier reclamación sobre derechos de autor es responsabilidad exclusiva de los autores y autoras.

Índice

» Directorio del Jurado 2020, **P. 07**

» Mensaje del Secretario de EICYT Alfonso Pompa Padilla, **P. 09**

» Consejo Consultivo Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología 2020, **P. 12**

» Consejo Consultivo Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología 2020, **P. 13**

» Histórico de ganadores 2001-2019, **P. 14**

Ganadores 2020

Ciencia y tecnología | **p. 29**

» Desarrollo e implementación estratégica para el diagnóstico molecular y serológico de SARSCoV2 y la atención de la pandemia por COVID-19 en el estado de Jalisco

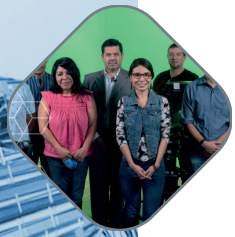
Tecnología e innovación | **p. 37**

» Sistema energéticamente autónomo de tratamiento y recuperación de agua mediante procesos de máxima eficiencia y aprovechamiento de la energía presente en la carga orgánica de aguas residuales

Ciencia | **p. 45**

» Enfoques experimentales en nanomedicina para el tratamiento de cáncer de ovario y de mama

Ganadores 2020
(continuación)



Divulgación | **p. 51**

» El Noticiero Científico y Cultural Iberoamericano (NCC)

Investigación temprana | **p. 59**

» Síntesis y caracterización de nanopartículas de PLGA con trastuzumab para el tratamiento selectivo de cáncer ovárico

Mención honorífica Investigación temprana | **p. 67**

» Diversidad del bacterioma cultivable del suelo de una plantación bananera: identificación y selección con fines del desarrollo de un bioinoculante. molecular y serológico...

Mención honorífica Divulgación | **p. 73**

» UDEG SPACE

Directorio del Jurado

Es importante reconocer la valiosa labor desarrollada por los evaluadores del Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología, Jalisco 2020

- Eugenia del Carmen Lugo Cervantes
- Misael Sebastián Gradilla Hernández
- Elisa Cabrera Díaz
- Sergio Velázquez Rodríguez
- María Alicia Peredo Merlo
- José Bernardo Masini Aguilera
- David Ortiz Mendoza
- Juan Armendáriz Borunda
- Ricardo Esteban Gómez Bayardo
- Sara Josefa Ortiz Cantú
- Cynthia Lorena Franco Rodríguez
- Nora Alejandra Martín Gallardo
- Jorge Antonio Vázquez Murillo
- José Luis Flores Montaño
- Benjamín Huerta Estrada
- Gustavo Rodolfo Bustillo Armendáriz
- Alfonso Enrique Islas Rodríguez
- Daniel Alberto Jacobo Velázquez

Alfonso Pom

Alfonso Pompa Padilla

Secretario de Innovación, Ciencia y Tecnología

Tal vez nunca había sido tan patente la necesidad de contar con un ecosistema de innovación, ciencia y tecnología estatal fuerte, activo, integrado y con capacidades propias para atender una emergencia como la provocada por la pandemia de COVID 19, la cual expuso las carencias y excesiva dependencia de tecnología extranjera que tenemos en el país para atender los temas más relevantes de salud. Situación similar tenemos en prácticamente todos los temas estratégicos de ciencia y tecnología para el desarrollo de la competitividad económica y para la atención de los grandes retos sociales que enfrentamos, por la falta de políticas públicas, inversión y estrategias de desarrollo científico y tecnológico nacionales.

La cantidad de proyectos propuestos por el ecosistema de ICyT de Jalisco -la triple hélice de la innovación- que fueron apoyados durante el 2020, un total de 280, representó un récord sin precedente en el estado y ubicó a Jalisco de nuevo a la vanguardia a nivel nacional.

La importancia de un ecosistema de Innovación, Ciencia y Tecnología (ICyT) radica en la capacidad de encontrar soluciones propias a los grandes retos que enfrentamos, así como para generar mejores oportunidades de desarrollo, bienestar social y a mantenernos

cercanos a la vanguardia mundial del conocimiento. En ese sentido es motivo de orgullo la respuesta de la comunidad científica y tecnológica de Jalisco ante la crisis, trabajando en forma colaborativa para generar soluciones en condiciones muy adversas por la premura de tiempo, aspectos legales y limitaciones de las cadenas de producción nacionales. Sus aportaciones han sido muy diversas, desde la generación de modelos matemáticos para predecir el comportamiento de la pandemia, la creación de dispositivos para la atención de pacientes, destacando el desarrollo de tres ventiladores, así como pruebas rápidas y sistemas de seguimiento para reducir los casos de contagios, pusieron a prueba nuestras capacidades y se demostró que contamos con un ecosistema capaz de enfrentar esos retos, si se cuenta con los apoyos necesarios y las políticas adecuadas. Mención especial se merecen nuestros expertos médicos y biomédicos, que demostraron estar a la vanguardia del estado del arte en sus respectivos campos.

A nivel estatal hemos continuado con programas enfocados a alinear la inversión de recursos públicos de ICyT bajo tres líneas detonadoras de proyectos: atención a **Retos Sociales**, muy señaladamente los de salud, medio ambiente y acciones contra el cambio climático, entre otros; los de **Fortalecimiento de la Competitividad** de los sectores económicos estratégicos y los de generación de nuevas empresas y productos desarrollados científica y tecnológicamente en el estado, bajo el nombre **De la Ciencia al Mercado**.

La cantidad de proyectos propuestos por el ecosistema de ICyT de Jalisco -la triple hélice de la innovación- que fueron apoyados durante el 2020, un total de 280, representó un récord sin precedente en el estado y ubicó a Jalisco de nuevo a la vanguardia a nivel nacional.

Justo es reconocer los logros de nuestra comunidad de investigadores, en los centros de investigación y universidades, así como los desarrollos tecnológicos generados en empresas y por individuos que han destacado por sus logros y ese es el propósito del Premio Estatal de innovación, Ciencia y Tecnología, que este año consideró reconocimiento especiales a quienes contribuyeron de forma entusiasta y generosa a enfrentar el Reto Jalisco COVID 19, además de las categorías tradicionales que se premian cada año.

Felicitamos a todos los ganadores de estos premios y reconocimientos, así como a todos los participantes, quienes también contribuyen al fortalecimiento y desarrollo de nuestro estado.

» **Alfonso Pompa Padilla**

» **Secretario de Innovación, Ciencia y Tecnología**

Consejo Consultivo Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología 2020

» **Mtro. Alfonso Pompa Padilla**
Secretario de Innovación, Ciencia y Tecnología

» **Lic. Carlos Armando Velázquez Santillanes**
Coordinador General SICyT

» **Mtro. José Rosalío Muñoz Castro**
Subsecretario de Educación Superior

» **Dr. Daniel Alberto Jacobo Velázquez**
Director General de Ciencia y Desarrollo Tecnológico

» **Mtra. Nora Martín Galindo**
Directora General de Innovación

» **Lic. Mario Alberto Basulto Barocio**
Coordinador Área Jurídica

» **Mtro. Alejandro Guzmán Larralde**
Coordinador General de Estrategia de Crecimiento y Desarrollo Económico

» **Ing. Luis Gerardo Pérez Figueroa**
Presidente de la Comisión de Innovación en COPARMEX Jalisco

» **Ing. Rubén Masayi González Uyeda**
Coordinador del Consejo de Cámaras Industriales de Jalisco (CCIJ)

» **Ing. Dina Grijalva Varillas**
Presidente de (CANIETI)

» **Arq. Carlos Iván Pelayo Silva**
Director General de las Otras Caras de la Ciudad A.C

» **Dr. José María Muria Rouret**
Investigador Emérito del Colegio de Jalisco

» **Lic. Alejandro Pegueros Razo**
Presidente del Consejo Promotor Innovación y Diseño A.C

» **Dr. Alfredo Figarola Figarola**
Director Programas con la Industria ITESM

» **Dr. José Antonio Esquivias Romero**
Rector de la Universidad Panamericana

» **Mtro. Luis Gustavo Padilla Montes**
Rector General del Centro Universitario de Ciencias Económico

» **Mtra. Alma Angelina Ortiz García**
Directora del Centro para la Gestión de la Innovación y la Tecnología (CEGINT)

» **Yamin Ernesto Ruiz Sepúlveda**
ASEM

SICyT Dirección General de Ciencia y Desarrollo Tecnológico 2020

» **Dr. Daniel Alberto Jacobo Velázquez**
Director General de Ciencia y Desarrollo Tecnológico

» **Mtra. Larisa Cruz Ornelas**
Directora de Propiedad Intelectual

» **Mtro. Mauricio Espinosa Sosa**
Coordinador de Desarrollo Tecnológico y Divulgación de la Ciencia

» **Ing. Salvador García Pérez**
Jefe de Divulgación de la Propiedad Intelectual

» **Mtro. Facundo Montiel González**
Jefe de Difusión y Divulgación de la Ciencia

» **Mtro. Manuel García Becerra**
Jefe de Difusión y Divulgación de la Ciencia

» **Lic. Rebeca Montes González**
Asistente Administrativo

» **Lic. Regina Alejandra Rivas Ramí-rez**
Asistente H.

Histórico de ganadores

2019

• **Mérito**
Juan Socorro Armendáriz Borunda
Centro Universitario de Ciencias de la Salud
Universidad de Guadalajara
Trayectoria científica

• **Mérito**
Juan Socorro Armendáriz Borunda
Centro Universitario de Ciencias de la Salud
Universidad de Guadalajara
Trayectoria científica

• **Innovación**
Margarita Kaplun Mucharrafille 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 Rdoríguez 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 fibramatriz y propiedades de biocompositos reforzados con fibras naturales

• **Tesis de licenciatura**
César Octavio de Jesús Jáuregui Cordero
Centro Universitario

2018

de Ciencias de Ciencias Exactas e Ingeniería
Universidad de Guadalajara
Síntesis y Caracterización de nanocorazas de oro huecas cargadas con doxorrubicina 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

• **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 presentes en venenos provenientes de especies del género centruroides con predominio en el Centro-Occidente de México en un modelo de cáncer 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

2014

«Polinizador automatizado electromecánico para el cultivo de tomates en invernadero»

- **Investigación temprana**

Jesús Francisco Echaide Aquino
Universidad Autonóma 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»

- **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 copolimeros 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 CO2 en soluciones acuosas de N-metildieta_ nolamina 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
Edutecnia
«Haciendo la ciencia divertida».

Yveth Marlene Ortíz 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 hiportemia 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 Mycosphaerella fijiensis: 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 Mycobacterium bovis: 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

2011

Biomédica de Occidente
«Disminución de la resistencia al cisplátino por pentoxifilina en células de cáncer de cérvix».

• **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 Staphylococcus aureus y Escherichia coli».

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-Univesidad de Guadalajara/ciatej A.C.
«Síntesis de poliésteres biodegradables catalizada por lipasas de Y. lipolytica inmovilizadas».

M.C.P. Severiano Patricio Martínez
CUCBA-Universidad de Guadalajara
«Evaluación in vivo de adsorbentes comerciales para aflatoxina B1 en raciones de bovinos

2010

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».

• **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 Agave tequilana y A. inaequidens, mediante la aplicación de estimuladores bióticos y abióticos: Evidencias moleculares».

• **Divulgación**
Fís. Marcos Ramón Gómez Ortega
Instituto de Astronomía y Meteorología, CUCEI-UdeG
«Talleres de Ciencia».
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 Fusarium, obtenidos de agave (Agave tequilana Weber var. Azul) con síntomas de marchitez».

M. en C. Omar Alfredo González Padilla
Cinvestav Unidad Guadalajara
«Manejo de eventos

2009

complejos en sistemas RFID».

Clara Alejandra Vázquez Valenzuela
José Cárdenas Trinidad
Adrián Armando Flores Salazar
CECYTEJ Jalisco, Plantel 06 Totatiche
«Turbo Ventas 1.0».

• **Tecnología**
Dr. José Luis Leyva Montiel
Cinvestav, Unidad Guadalajara
«Sistema inteligente para manipulación de señales cardiacas (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».

2008

Dra. Dulce María Díaz Montaño
ciatej, AC
«Fermentación en continuo de jugo de agave, una alternativa innovadora en el proceso de producción de tequila».

• **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

2007

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».

• **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.
Plumas y Cantos. El Occidente de México

• **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
«Potencial antibiótico de extracto de las hierbas del arlomo (Pseudelephantopus Spicatus, e Iresine Diffusa) 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 (Hibiscus sabdariffa L.)».

- **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 (Citrus aurantifolia Swingle)».

- **Premio Especial**

M. en C. Manuel Díaz Hernández
M. en C. Salvador García Enríquez
UdeG-CUCEI
«Aprovechamiento de neumáticos de desecho en formulaciones ahuladas».
(Pseudele_phantopus Spicatus, e Iresine Diffusa) de la zona de la Barranca de Huentitán, Jalisco».

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 (Bombus ephippiatus) para la polinización de cultivos bajo condiciones de invernadero».

- **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 Oreochromis 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 hulera 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 2020

Ganadores

Mtro. Alfonso Pompa Padilla
Dr. Daniel Jacobo Velázquez
Compiladores

Innovación, Ciencia y Tecnología

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Desarrollo e implementación estratégica para el diagnóstico molecular y serológico de SARSCoV2 y la atención de la pandemia por COVID-19 en el estado de Jalisco

Introducción

El 30 de enero de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró una emergencia de salud mundial debida a las crecientes tasas de notificación de casos de enfermedad respiratoria, por un nuevo coronavirus, que surgieron en la provincia de Hubei, en China, y se extendieron rápidamente a otros países. El 11 de febrero, la enfermedad, atribuida al virus SARSCoV2, recibe el nombre de COVID-19 y fue declarada pandemia el 11 de marzo de 2020. A principios de febrero de 2020, México no presentaba casos de COVID-19; no obstante, el Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS) ya monitoreaba la situación y analizaba

Candidatos y correo institucional

» **Dr. Ricardo Villanueva Lomelí,** *ricardo.villanueva@redudg.udg.mx*

» **Dr. José Francisco Muñoz Valle,** *drjosefranciscomv@cucs.udg.mx*

» **Dra. Gabriela Macedo Ojeda,** *gabriela.macedo@cucs.udg.mx*

» **Dr. Jorge Hernández Bello, jorge.** *hernandezbello@cucs.udg.mx*

» **Mtro. Guillermo González Estevez,** *guillermo.gonzalezestevez@cucs.udg.mx*

» **Lic. Javier Alonso López Chávez,** *alonso.lopez@academicos.udg.mx*

» **Lic. Ernesto Alonso Estevez,** *ernesto.alonso@cucs.udg.mx*

» **Ing. Miguel Ángel Núñez Ochoa,** *miguel.nunez3370@alumnos.udg.mx*

las posibles acciones que deberían implementarse, una vez que se presentaran casos en México y en Jalisco.

Con base en lo anterior, la "Sala de Situación en Salud por COVID-19" es instalada el 12 de febrero de 2020 por el Rector del CUCS. De esta sala, se desprende el Grupo de análisis de la Sala de Situación en Salud por COVID-19 de la Universidad de Guadalajara, con el fin de desarrollar e implementar acciones con carácter proactivo en la toma de decisiones y en la incidencia en políticas públicas para prevenir y minimizar los efectos por la propagación de la COVID-19 en la población. A raíz de este grupo, surge el proyecto de desarrollar e implementar, de manera estratégica, acciones para el diagnós-

tico molecular y serológico de SARSCoV2 y la atención de la pandemia por COVID-19 en el estado de Jalisco.

Objetivos específicos

1. Implementar, de forma estratégica, una red de laboratorios para el diagnóstico molecular y serológico de SARSCoV2, con el propósito de realizar una detección masiva de casos y de evitar cadenas de contagios.

2. Implementar un monitoreo y un análisis permanente del panorama epidemiológico, sus factores determinantes y sus implicaciones, con el propósito de incidir en la comunicación con la sociedad y en la implementación de programas para la prevención y minimización del daño por la COVID-19.

Metodología

Estrategia para la implementación de laboratorios de diagnóstico

La metodología consistió en los siguientes tres puntos:

1.- Planificación: Se realizaron sesiones continuas para la planificación y revisión bibliográfica para determinar el espacio y el diseño de los laboratorios, bajo estrictos estándares nacionales e internacionales de control de calidad y bioseguridad.

2.- Validación y aprobación: Una vez planeada y definida la estrategia, se presentó a las autoridades competentes de la Universidad de Guadalajara, quienes valoraron el proyecto, lo aprobaron y buscaron los fondos para su implementación. Asimismo, se presentó al gobierno del Estado de Jalisco para colaborar en conjunto con el gabinete de salud y con los Hospitales Civiles de Guadalajara para implementarlo de manera conjunta.

3.- Acondicionamiento de las áreas, implementación y acreditación de los laboratorios: Se trabajó con arquitectos e ingenieros para hacer cumplir el diseño de los espacios requeridos para el correcto funcionamiento de cada laboratorio. Una vez terminados, se registraron ante COPRISJAL. Para la toma de muestra, se instaló un sistema denominado "Drive thru", una estrategia de toma de muestra desde el auto que facilita el flujo de trabajo y que tuvo éxito en Corea del Sur. Se lanzó una convocatoria entre la comunidad universitaria (alumnos de pregrado, posgrado y profesores de ciencias de la salud) para reclutar voluntarios para la toma y procesamiento de muestras. Posteriormente, se impartieron diversos cursos de capacitación y se designaron los roles dentro del sistema de diagnóstico a cada integrante. Una vez completo el personal, se comenzaron con ensayos pilotos para probar la logística. Asimismo, se implementó un sistema de control de calidad interno para validar los resultados con el INDRE, quien registró y dio aval a los Laboratorios al cumplir con todos los requisitos establecidos.

Monitoreo y un análisis permanente del panorama epidemiológico

Para el alcance del segundo objetivo específico, se realizó de forma periódica, un análisis del panorama epidemiológico internacional, nacional, estatal y local, para identificar el comportamiento de los contagios y las defunciones en el estado de Jalisco, en comparación con otros estados y con otras ciudades en el mundo. Además, se desarrollaron dos modelaciones matemáticas, para estimar los casos y las defunciones en el futuro próximo, con base en diferentes variables. El primero es denominado modelo SEIR (una adaptación del modelo SIR propuesto por Kermack y McKendrick en 1927), que por sus siglas hace referencia a la capacidad del portador para transmitir la enfermedad: Susceptible, Expuesto, Infectado y Recuperado. Por otra parte, se analiza el denominado modelo "REPLICA", cuyo nombre deriva del acrónimo REPresentación metropoLItana de Contagio y reAcción. Este modelo incorpora información sobre cada uno de los negocios, hospitales y centros educativos que hay en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Por otra parte, se analizaron las acciones desarrolladas en otros países, los momentos en los que se implementaron y los resultados obtenidos, con el propósito de identificar las que podrían tener mayor factibilidad de implementación en Jalisco, con mayores probabilidades de éxito. Aunado a esto, se realizó una revisión permanente de la evidencia científica generada para identificar las prácticas más adecuadas de prevención de la enfermedad y las acciones para minimizar sus efectos negativos en la población.

Con base en lo anterior, se desarrollaron estrategias de comunicación dirigidas a la población y se emitieron recomendaciones para la toma de decisiones en los ámbitos universitario, empresarial y gubernamental.

Resultados

Los resultados de esta estrategia incluyen la habilitación de 10 laboratorios de diagnóstico molecular y serológico

en Red Universitaria, en colaboración con los O.P.D Hospitales Civiles, ubicados de manera estratégica en el estado de Jalisco. Hasta la tercera semana de septiembre de 2020, se han realizado más de 210,000 pruebas diagnósticas en Jalisco, de las cuales más de 144,000 han resultado positivas. De éstas, la red de Laboratorios implementada ha aportado 38,213 pruebas, permitiendo identificar 10,723 casos.

Por otra parte, la identificación del primer punto de inflexión, donde podría haber un crecimiento continuo en el número de casos en el país, derivó en recomendar la suspensión de clases y la cancelación de eventos masivos, como medidas para evitar una acelerada propagación de la enfermedad en Jalisco. Las estimaciones, basadas en el modelo SEIR, identificaron diferentes escenarios de incremento de contagios, como consecuencia del porcentaje de aislamiento alcanzado. Con base en esto, se recomendó, por ejemplo, que al menos 60% de la población permanezca en casa, para no rebasar los servicios de salud y disminuir la aceleración del incremento de contagios. De acuerdo con el modelo REPLICA, presentado en la primera semana de mayo, se observó un mejor

panorama para Jalisco, si las actividades no esenciales se retomaban de forma gradual a partir de junio, incluyendo en la proyección el impacto del uso correcto del cubrebocas.

En la tercera semana de mayo se detectó una relajación del aislamiento y de las medidas de prevención, así como que la mayoría de los contagios se daban en casa, por lo que se planeó el desarrollo de una campaña masiva de promoción del uso del cubrebocas, con base en la evidencia científica identificada, además de que se diseñó la propuesta para la implementación del Centro de Aislamiento Voluntario por COVID-19.

Recientemente, en el mes de septiembre, se ha desarrollado la estrategia para el regreso a clases en la Universidad de Guadalajara, así como los protocolos pertinentes y se ha trabajado de manera conjunta con la mesa de educación del estado de Jalisco realizando propuestas para todos los niveles educativos. Además de estas acciones, el Grupo de Análisis de la Sala de Situación en Salud por COVID-19 de la Universidad de Guadalajara ha participado en múltiples ruedas de prensa y entrevistas, para difundir información confiable; también ha participado en la Mesa de Salud del Gobierno de Jalisco y realizado consultorías a instancias gubernamentales, instituciones y empresas que lo solicitan.

Conclusiones

El desarrollo e implementación de este proyecto se ha traducido en un compromiso constante para la preservación de la salud de la población de Jalisco, en concordancia con la misión de la Universidad de Guadalajara. El trabajo que inició formalmente en febrero y continúa en la actualidad, ha contribuido de manera proactiva a disminuir el impacto de la pandemia en la población del estado, en particular para contener la propagación de contagios, lo que implica también la disminución de hospitalizaciones y defunciones. Todo ello a través de la realización de análisis epidemiológicos, proyecciones estadísticas, iniciativas para el diagnóstico y seguimiento, así como la expresión de recomendaciones en diversos niveles de organización, especialmente en los ámbitos de la educación y la salud, así como del desarrollo económico y social del estado.

WATER TREATMENT AND
RECLAMATION PLANTS
AmphiBIO

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Sistema energéticamente autónomo de tratamiento y recuperación de agua mediante procesos de máxima eficiencia y aprovechamiento de la energía presente en la carga orgánica de aguas residuales

» **Ing. Francisco Xavier Valdes Simancas**

Resumen

Todos los esfuerzos en mi vida profesional los he dedicado al agua. Desde que estudié la carrera, tuve una particular afición por la mecánica de fluidos donde hice mi especialidad. A la fecha he desarrollado 22 patentes, todas ellas relacionadas con el uso eficiente del agua y la energía. Tres

de ellas en uso eficaz en la agricultura donde hemos desarrollado sistemas de riego inteligentes que utilizan el agua con una eficiencia mayor al 90%, cuando la media nacional es de alrededor del 33%. De igual manera empezamos a trabajar en plantas de tratamiento y recuperación de usos residuales, precisamente con el objetivo de recuperar agua residual para la agricultura, la cual debe de tener una magnifica calidad además de bajo costo, dado que el agua para la agricultura no tiene costo.

El mundo tiene más muertes por enfermedades diarreicas derivadas de un pobre saneamiento que por todas las guerras, conflictos armados, crímenes violentos, y accidentes de tránsito juntos. El buscar contribuir con cambiar esto convirtió nuestra profesión en vocación.

Aunque existen muchas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, la mayoría de ellas son intensivas en el uso de energía y son inasequibles para muchos países en vías de desarrollo, principalmente por sus costos de operación.

Nosotros nos dimos a la tarea de resolver pragmáticamente este problema y en tratamiento de agua hemos desarrollado 17 patentes adicionales, principalmente en procesos anaerobios. Se han construido más de 50 plantas de tratamiento con 3 iteraciones de la tecnología. El ultimo sistema de tratamiento se terminó nombrando Bio Reactor Multi-Media, o MMBR por sus siglas en inglés, y se desarrolla partiendo en principio de las mejores prácticas que existen al momento para sanear aguas residuales, pero con muchas tecnologías propietarias

que nos permitan alcanzar efluentes de alta calidad con el mejor balance energético.

Los alcances, en un principio, se concentraban en un proceso de digestión anaerobia multifase y multietapa de las aguas residuales puesto que esta era responsable de remover, y convertir en energía aprovechable, el 80% de la carga orgánica en efluentes municipales, y hasta 95% en industriales de alto contenido orgánico. Para este fin se desarrollaron una pluralidad de tecnologías habilitadoras cuyas patentes y PCTs ya se encuentran en trámite, se mencionan más adelante y son el objeto de este escrito.

Objetivos

Buscando atender la necesidad de saneamiento de costo accesible que se requiere a nivel mundial y hacerlo de la manera más amigable con el medio ambiente nos propusimos:

1) Desarrollar la tecnología más eficiente para tratar aguas residuales con contenido orgánico, propiciando los múltiples ambientes de pH, temperatura y factor de contacto para maximizar procesos biológicos.

2) Empacar en reactores biológicos altas cantidades de biomasa en múltiples presentaciones de manera que aún con tiempos pequeños de retención hidráulica, se logren importantes tasas de remoción de carga.

3) En reactores Anaerobios: Obtener la mayor cantidad de remoción de carga orgánica tanto del agua como los lodos para convertirla en biogás aprovechable.

4) En reactores Anóxicos: Maximizar la

transferencia de masa y los procesos biológicos utilizando la menor energía de mezclado posible.

5) En reactores Aerobios: Aprovechar al máximo el oxígeno inyectado en el proceso para poder reducir los volúmenes brutos requeridos y los costos energéticos que esto conlleva.

Justificación e importancia de los nuevos hallazgos

A lo largo de los años y experiencias vividas en procesos biológicos y en el transcurso del desarrollo de las tecnologías que hoy mencionamos hemos descubierto:

1) Utilizando varios de nuestros reactores Anaerobios de acidificación y metanogénesis podíamos digerir, de manera económicamente viable, 80s % de la carga en influentes municipales de baja carga (<1 g/l de DQO), y 90s % en influentes industriales de cargas medianas a altas (>5 g/l de DQO). En el proceso producimos biogás, que es una forma de energía renovable.

2) En nuestros reactores Anóxicos Multi-Media podemos lograr mezclados completos y suficientes de todos los tipos de biomasa y la carga para remover nitrógeno con consumos energéticos tan bajos como 3 W*hr/m3.

3) En los reactores Aerobios debido a nuestro diseño, la presencia de múltiples formas de biomasa, alta profundidad de inyección, difusores de burbuja fina y sistema patentado de mezclado, logramos eficiencias de intercambio de oxígeno estándar (SOTE en inglés) cercanas al 100% lo cual minimiza los costos de aeración.

Descripción general de la metodología

Los Bio Reactores Multi-Media (MMBR) cuyas características únicas de cantidad de biomasa empacada aunadas a sus óptimos factores de contacto y condiciones de operación los hacen el sistema biológico más eficiente que existe para digerir carga orgánica, aprovechando Biogás y recuperando el fosforo como nutriente.

Estas plantas tienen la capacidad de ser energéticamente neutras o incluso productoras de energía aun con influentes de baja carga como lo son las aguas residuales municipales.

La planta de tratamiento MMBR consiste en un conjunto secuencial de etapas de tratamiento físico y biológico que acumulativamente producen un efluente de alta calidad con una eficiencia energética notable. La utilización de diferentes tipos de biomasas en un solo sistema que opera en serie maximiza efectivamente la capacidad de tratamiento del sistema en cada una de sus etapas.

Las múltiples formas en las que se almacena la biomasa son:

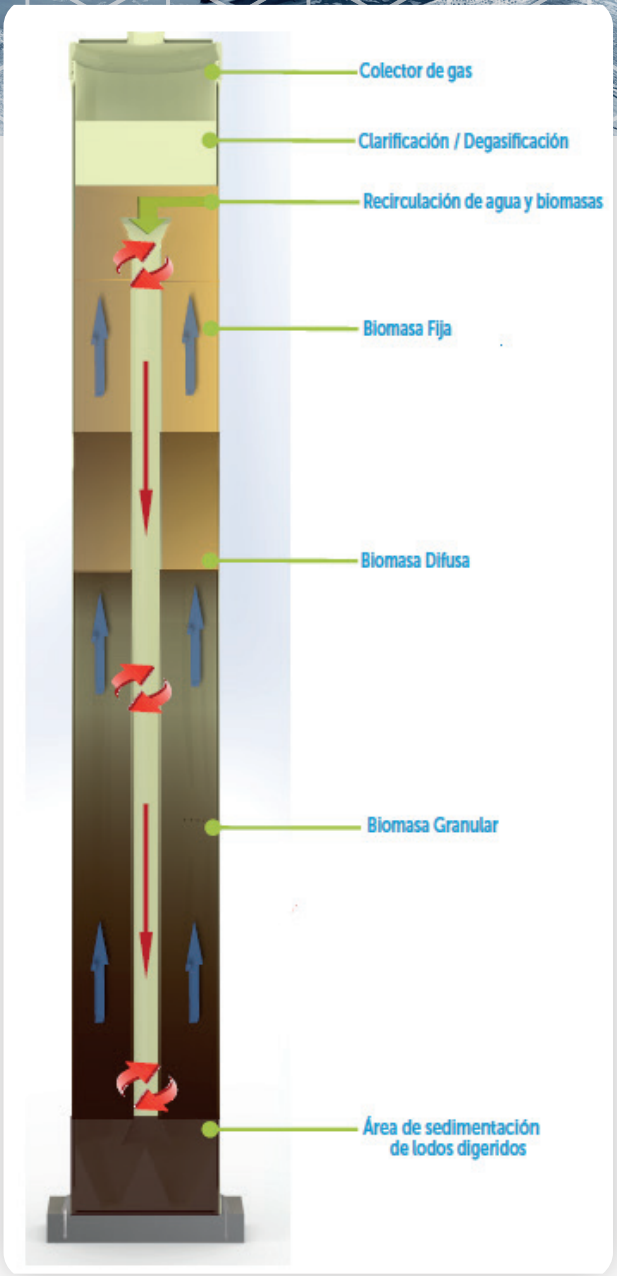
- Granular, que, por su mayor densidad, alrededor de 1.06 kg/l y tamaño de 1 a 3 mm, tiene una excelente capacidad de sedimentación y potencial de digestión y retención.
- Difusa, con una densidad de alrededor de 1.02 kg/l y un tamaño de partícula menor a 1 mm. Tiene un excelente potencial de digestión de carga, pero debido a su menor densidad y tamaño se lava fácilmente del reactor.
- Fija, tiene densidades cercanas a la biomasa difusa, pero como su nombre

indica se fija a bio-portadores de PEAD que a su vez son menos densos que el agua a 0.97 kg/l, pero que al estar extruidos en tamaños de 10 a 40 mm de diámetro son prácticamente prisioneros en el reactor junto con su biomasa adherida.

Resultados

En plantas de aguas residuales de municipales típicas, de 600 mg/l de DQO, sin remoción de nutrientes, podemos lograr autosuficiencia energética produciendo un efluente de alta calidad con desinfección para uso agrícola no restringido.

Con remoción de nutrientes en influentes de baja carga casi se logra la autosuficiencia energética, pero esto depende de la relación carbono/nitrógeno del influente y el nivel de nutrientes permitido en el efluente.



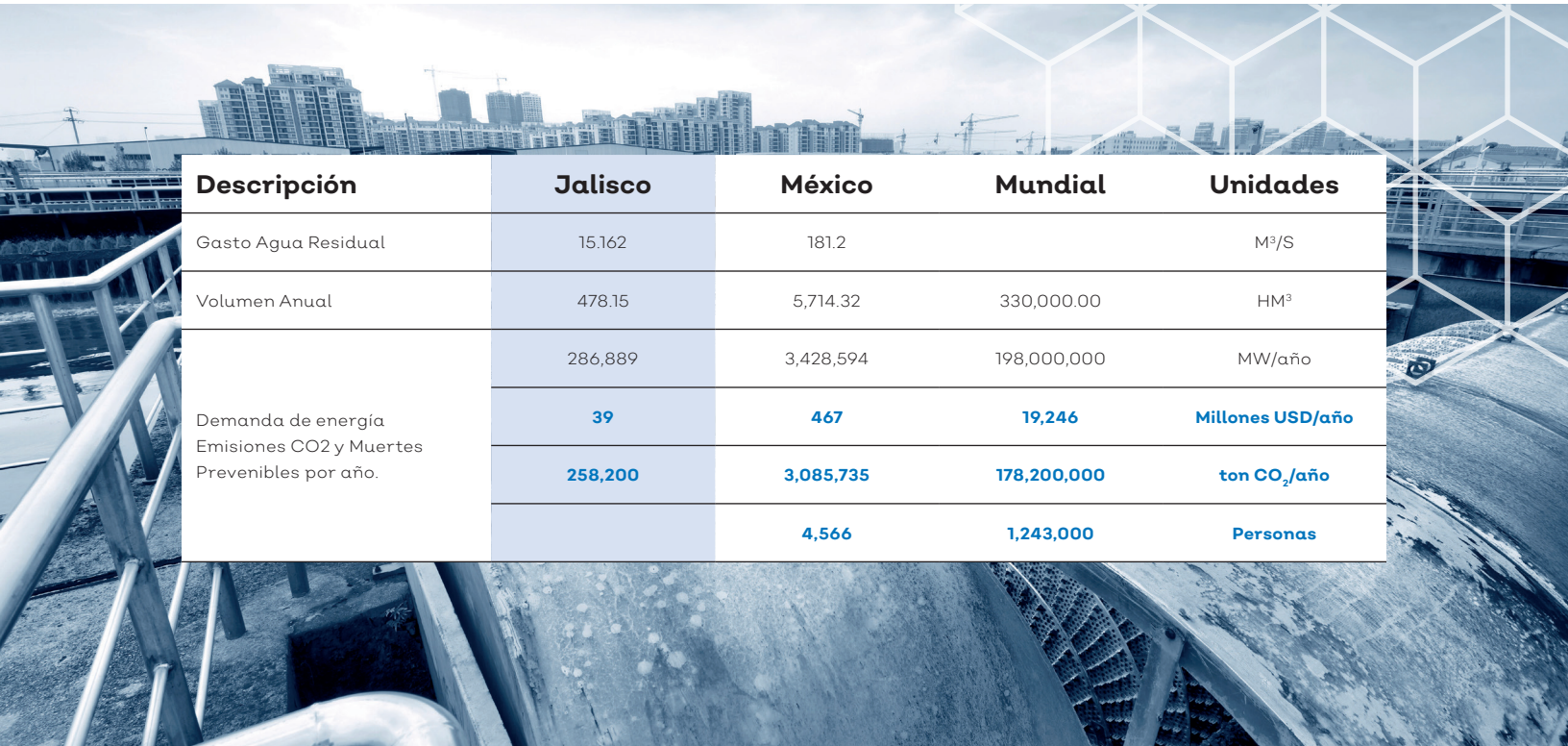
» **Figura 1.** Espectro de UV-Vis de trastuzumab marcado con sulfo-NHS fluoresceína.

En plantas industriales, el superávit energético es francamente impresionante, en plantas de lácteos se puede generar hasta 4 veces la energía que se consume en el proceso, mientras que en el tratamiento de vinazas se puede generar hasta 10 veces más. Todo depende del contenido orgánico del influente a tratar.

Contribución de los resultados

El potencial del aprovechamiento de la tecnología propuesta radica en el ahorro energético, de emisiones de gas efecto invernadero, y en lso costos de operación cero de energía eléctrica. En el cuadro siguiente se muestran los ahorros potenciales tanto local, como nacional y mundial asumiendo el tratamiento del 100 % de las aguas residuales generadas con la tecnología propuesta, lo cual sabemos es utópico, pero nos da la asíntota a la cual aspirar acercarnos. Igual en la prevención de muertes por enfermedades relacionadas con el agua residual y el ahorro de los costos de atención médica por dichas enfermedades.

Hasta donde yo he podido investigar el, esta es la tecnología que de manera integral es la más eficiente y sustentable en el mundo. Es un producto que le puede hacer mucho bien a nuestro estado, a nuestro país y que hay que exportar al mundo.



Descripción	Jalisco	México	Mundial	Unidades
Gasto Agua Residual	15.162	181.2		M^3/S
Volumen Anual	478.15	5,714.32	330,000.00	HM^3
Demanda de energía Emisiones CO2 y Muertes Prevenibles por año.	286,889	3,428,594	198,000,000	MW/año
	39	**467**	**19,246**	**Millones USD/año**
	258,200	**3,085,735**	**178,200,000**	**ton CO_2/año**
		4,566	**1,243,000**	**Personas**

Dr. Antonio Topete Camacho

CIENCIA

Enfoques experimentales en nanomedicina para el tratamiento de cáncer de ovario y de mama

» **Antonio Topete Camacho**
antonio.topete@cucs.udg.mx

Introducción

La nanomedicina es la aplicación de la nanotecnología al cuidado de la salud humana. Ésta ha sido particularmente prolífica en el ámbito experimental en el desarrollo de nuevas estrategias para el tratamiento y diagnóstico del cáncer. A raíz de las características fisiológicas de los tumores, el uso de nanopartículas teranósticas (terapéuticas y diagnósticas) ha sido explorado por grupos de investigación multidisciplinarios a nivel mundial. Nuestro proyecto se ha enfocado en dos tipos particulares de cáncer, el de ovario (CO) y el de mama triple negativo (CMTN). Estos tumores presentan una serie de características biológicas que dificulta su tratamiento efectivo y en un alto porcentaje de los casos, las pacientes que lo padecen sufren recaídas

después de tratamientos inicialmente con respuestas favorables. En el caso del CO, las características que lo convierten en un cáncer difícil de tratar se encuentran la resistencia a fármacos, su carácter indolente y asintomático que dificulta su diagnóstico temprano, y su alta capacidad metastásica. Por su parte el CMTN, a diferencia de otros tipos de cáncer de mama, éste carece de blancos terapéuticos, además de presentar un perfil más agresivo e invasivo.

En este sentido, hemos propuesto el uso de nanopartículas fotoactivables transportadoras de fármacos como sistemas teranósticos para el abordaje de estas malignidades. Así, hemos diseñado, sintetizado, caracterizado y evaluado una serie de nanoestructuras a base de polímeros biodegradables y de oro con propiedades ópticas que permite su activación por medio de láseres con longitudes de onda en la región del infrarrojo cercano. Además, se han desarrollado técnicas de biofuncionalización con anticuerpos monoclonales para dirigirlas de forma preferente a las células cancerosas.

El proyecto ha sido desarrollado por un grupo multidisciplinario compuesto por expertos en la inmunología del cáncer y en la ingeniería de los nanomateriales, así como de estudiantes con distintas formaciones y ha concluido con la publicación de cuatro

artículos en revistas internacionales indizadas y la publicación de cuatros tesis de licenciatura, una de maestría y dos de doctorado (al momento). De esta forma se generó una nueva línea de investigación en el Laboratorio de Inmunología del CUCS en el cual se dará seguimiento al proyecto en sus etapas in vivo y en caso de obtenerse resultados favorables, seguir con ensayos clínicos. También se han generado nuevos proyectos con alto potencial de impactar positivamente en el manejo de éstas y otros tipos de cáncer para los cuales se carece de estrategias eficaces.

Objetivo principal:

Desarrollar nanopartículas para quimioterapia y fototerapia combinada de cáncer de ovario y de cáncer de mama triple negativo.

Objetivos secundarios:

- Sintetizar, caracterizar y evaluar las funciones nanopartículas fotoactivables con capacidad de encapsular, transportar y liberar fármacos antineoplásicos y agentes fotosensibilizadores generar respuestas fototérmicas y fotodinámicas.
- Funcionalizar las nanopartículas con anticuerpos monoclonales dirigidos al factor de crecimiento epidérmico humano 2 (HER2).
- Evaluar la quimio/fototerapia con las nanopartículas en un modelo in vitro de CO HER2+ y estudiar el efecto de su biofuncionalización en su citotoxicidad.

Metodología

En este proyecto se prepararon dos tipos de nanopartículas, nanopartículas poliméricas a base de PLGA y quitosano y nanocorazas de oro huecas. Las primeras se prepararon siguiendo métodos de emulsión-evaporación, nanoprecipitación y modificación de su superficie por una técnica inspirada en el método layer-by-layer. En éstas se encapsularon antineoplásicos como doxorrubicina, cisplatino y carboplatino; y agentes fotosensibilizadores como verde de indocianina (ICG) y Rosa Bengala (RB). Por otra parte, la síntesis de NCs de oro huecas se llevó a cabo por el método de reemplazamiento galvánico el cual consiste en la pre-síntesis de semillas de plata de ~50 nm y su posterior uso como “moldes” para llevar a cabo la reacción de

reemplazamiento galvánico mediante la adición de una solución de Au+3, citrato de sodio, hidroxilamina, y NaOH. Todas las nanopartículas se caracterizaron utilizando las técnicas tradicionales de la nanotecnología, entre las cuales se incluyen la dispersión de luz dinámica, potencial Zeta, microscopías electrónicas de barrido (SEM) y de transmisión (TEM, espectrofotometría de UV-vis y de fluorescencia, entre otras. La capacidad fototérmica y las fototerapias in vitro se evaluaron mediante irradiación con un láser NIR de 800 nm (LaserGlow). El anticuerpo anti-HER2 Trastuzumab (TZB) se conjugó a las nanopartículas siguiendo dos estrategias, una en "bulk" y otra por microfluídica, ambas siguiendo métodos de basados en la química de carbodiimida. Los ensayos in vitro se realizaron siguiendo procedimientos estandarizados de cultivo celular en líneas celulares de cáncer ovario SKOV-3 (HER2+) o de mama triple negativa HCC70 (HER2-). Se determinó la viabilidad celular después de diferentes combinaciones de tratamientos y también se evaluó la interacción y la internalización celular de las nanopartículas con las líneas celulares por microscopía de fluorescencia.

Resultados

Las propiedades terapéuticas multimodales y la selectividad por medio de direccionamiento activo de estos sistemas fueron evaluadas en líneas celulares de CO y CMTN. Los resultados obtenidos indicaron que el uso de estos sistemas permite: i) evadir los mecanismos de resistencia a platinos; ii) incrementar la internalización celular de nanopartículas en células con sobreexpresión de HER2; y iii) realizar terapias multimodales simultáneamente, lo que se puede traducir a terapias más eficientes. Entre los resultados más importantes de este proyecto de investigación experimental se incluyen el desarrollo de nuevas técnicas de fabricación y caracterización de nanopartículas poliméricas y de oro fotoactivables con capacidad terapéutica y la creación de nuevas estrategias para la funcionalización de nanopartículas con anticuerpos monoclonales.

Conclusiones

El trabajo sinérgico entre investigadores de las áreas biomédicas y de la nanotecnología participantes en este proyecto se reflejó en productos de investigación que incluyen cuatro artículos científicos publicados en revistas internacionales de alto impacto y en la formación de recursos humanos con un perfil multidisciplinario. A pesar del carácter experimental de este proyecto, los resultados obtenidos son prometedores y han dado pie a la continuidad de este trabajo y al surgimiento de nuevos proyectos con enfoques inteligentes en nanomedicina que consideren aspectos biológicos, inmunológicos y moleculares del cáncer, previamente ignorados. Con base en los objetivos cumplidos y las metas alcanzadas, es posible decir que este proyecto ha sido pionero y semillero de nuevos investigadores en el área de la nanomedicina en Jalisco. Finalmente, es importante señalar que el trabajo realizado tiene un alto potencial de impactar positivamente la forma en que se abordan estas malignidades que tanto afectan a las mujeres jaliscienses, mexicanas y del mundo.

SONY

DIVULGACIÓN

El Noticiero Científico y Cultural Iberoamericano (NCC)

» **Omar Guillermo García Santiago**

» **Mayra Elizabeth Vargas Espinoza**

» **Diego Suárez Sánchez**

» **Rodolfo Almeida López.**

» *Correo institucional: noticiasncc@udgtv.com*

Introducción

El Noticiero Científico y Cultural Iberoamericano (NCC) es una plataforma de productos culturales en el ámbito audiovisual y radiofónico, cuyo concepto creativo surge en la Universidad de Guadalajara, en el año 2017, luego de que un grupo de televisoras firmaron la carta de Valencia, un instrumento de entendimiento y colaboración con el objetivo de llevar la divulgación científica a las pantallas y las radiodifusoras públicas de la región Iberoamericana.

Después de tres años de producciones audiovisuales en un formato informativo, el NCC se ha consolidado al ofrecer nuevos productos para sus múltiples audiencias. Además de un noticiero, y a propósito de la pandemia del Coronavirus, a partir de 2020 se genera semanalmente una emisión especializada en temas de ciencia e innovación de las ciencias médicas; con un lenguaje ameno y entendible que ayude a las personas a tomar mejores decisiones para el cuidado de su salud.

Además de los informativos, en agosto de 2020 fue publicada la serie televisiva 1,5° El Límite, una serie de televisión inédita que alerta y pone en la agenda pública la importancia del cambio climático con una mirada de urgente prevención. A esto se suma la versión radiofónica que se puede escuchar en estaciones de radio y en las principales plataformas de audio bajo demanda (podcast).

El NCC es referente internacional de la divulgación científica y tecnológica de la región Iberoamericana. Una producción del Sistema Universitario de Radio, Televisión y Cinematografía de la Universidad de Guadalajara. Y cuenta con el apoyo de la Asociación de Televisiones Educativas y Culturales Iberoamerica-

nas (ATEI), lo que le permite ser difundida en 109 canales de televisión y 32 estaciones radiofónicas de 19 países.

Objetivos

El NCC ha sido concebido bajo los principios de cooperación, objetividad, veracidad, ética, pluralidad, equidad, interculturalidad, accesibilidad, inclusión, oportunidad, sustentabilidad y del pleno respeto a los derechos fundamentales.

Dentro de los lineamientos rectores se establecen algunas de sus principales funciones:

- Establecer un puente de comunicación para la difusión de la ciencia, la tecnología y la cultura entre la población y las industrias científicas, tecnológicas y culturales iberoamericanas.
- Fortalecer la red de comunicación y cooperación entre las televisoras de la región, contribuyendo a reforzar la identidad iberoamericana.
- Difundir el conocimiento científico, tecnológico creativo y cultural, buscando hacerlo accesible a las diversas audiencias y público en general.
- Acercar a nuevas comunidades al ámbito de las ciencias, apoyando la difusión de la producción científica y de sus proyectos a través de los medios de comunicación.
- Hacer visibles las actividades de innovación tecnológica iberoamericana, así como los beneficios sociales que éstas generan. Entre otras.

Metodología

La producción del noticiero NCC se genera a partir de la colaboración de sus socios. Se completa un formulario donde la institución, ya sea canal de televisión o estación radiofónica de interés público sin fines de lucro, se obliga a la transmisión del noticiero en cualquiera de sus plataformas convencionales de radiodifusión o de publicación digital, incluidas las redes sociales. La institución que ingresa al NCC no puede modificar ni editar los contenidos de las emisiones. Una vez que se aprueba su ingreso, los socios tienen la posibilidad de enviar sus piezas informativas de dos a tres minutos, en formatos de video y audio adecuados.

Todas las piezas son valoradas por la coordinación del NCC para poder ser incluidas en las diferentes emisiones. La transmisión, publicación y colaboración entre el NCC y sus socios no genera costo alguno.

La elaboración de todos los productos se basa en preproducción, producción y posproducción. En el primero se seleccionan los mejores materiales, en el segundo se realizan las conducciones con periodistas especializados en ciencia y tecnología, y después se

agregan los subtitulos en inglés y portugués para su posterior envío a los socios.

Resultado

El Noticiero Científico y Cultural Iberoamericano es un testimonio de la efectiva cooperación internacional de la televisión pública iberoamericana para cumplir con los objetivos de la máxima difusión de la ciencia, tecnología y cultura, lo que contribuye con los objetivos para el desarrollo sostenible establecidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015. Este espacio que nació como un contenido audiovisual informativo, se ha convertido en una plataforma regional de contenidos mediáticos que día a día crece en impacto y cobertura, gracias a su modelo de colaboración. A continuación, se enmarcan los principales resultados

En Televisión se han realizado 267 emisiones y dos series televisivas: En Paralelo y 1,5° El Límite, transmitidas en Iberoamérica y emitidas en un formato de informativo. El Noticiero Científico y Cultural Iberoamericano cuenta hoy con la cooperación de 109 medios públicos de 19 países de la región. Hasta agosto de 2020 se han generado 267 programas (251 regulares, 16 especiales). Lo que nos ha permitido producir y emitir 2,343 notas. Los noticieros se traducen y subtitulan a los idiomas inglés y portugués, siendo el español su lengua nativa.

Las emisiones generales también tienen una producción radiofónica, que se realiza en los estudios de Radio Universidad, pero que se transmite en 171 frecuencias de 10 países de la región.

Además de los noticieros generales, producimos una versión corta para la señal internacional de la Corporación de Radio y Televisión Española, la RTVE, lo que nos permite tener una cobertura en la mayor cantidad de sistemas de televisión de paga en el mundo. A esto se añade la versión de 15 minutos de NCC Salud, especializada en ciencias médicas e innovaciones del ámbito.

Se añade una serie de televisión inédita llamada 1°5 El Límite, que fue liberada en agosto de 2020, con seis capítulos que hablan sobre el impacto del cambio climático en los diversos países de Iberoamérica.

Todo esto es soportado por una amplia red digital que permite la salida en casi una decena de plataformas de redes sociales. Youtube, Twitter y Facebook son nuestras principales salidas, con más de 8 millones de impactos en 3 años, y ahora incursionamos en Instagram y Tik Tok.

Conclusiones

Luego de 3 años de transmisiones ininterrumpidas, con un crecimiento sostenido en impacto y cobertura, hemos podido enumerar las siguientes contribuciones que nos han transmitido nuestros socios y colaboradores.

1.- Contribuimos al desarrollo de la educación, la ciencia, la cultura con contenidos y producción audiovisual que se transmite en más de 109 medios de comunicación y con impacto en 19 países de la región Iberoamericana.

2.- La producción de más de 2 mil 300 piezas informativas han ayudado a que la población pueda conocer los avances científicos y tecnológicos de la región Iberoamericana. Entre ellos, los avances que se generan en Jalisco, lugar donde tenemos como socios a dos de las comunidades científicas más grandes del Sistema Nacional de Investigadores de México, la Universidad de Guadalajara y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente.

3.-Nuestro modelo colaborativo permite que las comunidades científicas puedan acceder a la televisión y a la radio, para difundir sus hallazgos e innovaciones. El 54 por ciento de nuestros socios son Universidades de prestigio que cuentan con un canal de televisión o una estación de radiofrecuencia. Este intercambio propicia el debate científico.

INVESTIGACIÓN TEMPRANA

Síntesis y caracterización de nanopartículas de PLGA con trastuzumab para el tratamiento selectivo de cáncer ovárico

» **Kassandra Jaqueline Ruiz Saray**

» *kassruz@gmail.com*

Introducción

La ingeniería desempeña un rol cada vez más importante en el ámbito de la salud, su implementación en el área de la nanomedicina se refleja en el desarrollo de nuevas propuestas para el tratamiento de enfermedades como el cáncer ovárico (CO), difícil de tratar por su sintomatología engañosa y la capacidad de las células cancerosas de desarrollar resistencia a los fármacos (Orr & Edwards, 2018).

En Jalisco, en el año 2011, el registro estatal de cáncer señaló que el CO ocupa el tercer lugar en neoplasias,

con una tasa de 6.19 nuevos casos por cada 100,000 mujeres al año (González, Salas, & Ángeles, 2011).

La sobreexpresión del factor de crecimiento epidérmico humano HER2 se ha asociado a un fenotipo más agresivo y de mayor capacidad invasiva y se presenta en un 20% de los casos de CO epitelial (el 90% de los CO son epiteliales) (Teplinsky & Muggia, 2014).

Los conjugados de anticuerpos con nanopartículas se han convertido en una de las clases más importantes de agentes biológicos asociados con la terapia dirigida, considerándose cada vez más en aplicaciones de investigación científica. Entre las principales ventajas de este enfoque, está la posibilidad de acumulación selectiva en el tumor, disminuyendo de esta forma los efectos secundarios y en consecuencia, la calidad de vida de las pacientes.

Objetivo general

Sintetizar nanopartículas de poli(ácido láctico co-glicólico) (PLGA) cargadas con fármacos a base de platinos y biofuncionalizarlas con el anticuerpo monoclonal humanizado trastuzumab,

como opción terapéutica selectiva contra cáncer ovárico.

Objetivos específicos

1. Sintetizar nanopartículas de PLGA-carboplatino-quitosano (PLGA-CP-Cs) mediante el método de emulsión-evaporación.

2. Sintetizar nanopartículas de PLGA-cisplatino-quitosano (PLGA-CDDP-Cs) mediante el método de nanoprecipitación.

3. Caracterizar las nanopartículas de PLGA-CP-Cs y PLGA-CDDP-Cs.

4. Marcar el anticuerpo trastuzumab con fluoresceína.

5. Biofuncionalizar las nanopartículas con el anticuerpo monoclonal humanizado trastuzumab.

6. Determinar el grado de biofuncionalización de las nanoplataformas por método directo e indirecto.

Metodología

Método de emulsión-evaporación para la síntesis de nanopartículas PLGA-CP-Cs

Se preparó una fase acuosa de carboplatino en PVA y se agregó quitosano. Para la fase orgánica se disolvió PLGA en DCM. Se agregó la fase orgánica a la fase acuosa y la mezcla se emulsificó mediante sonicación en un baño de hielo. Esta emulsión se transfirió a otra solución de PVA y se sonicó en un baño de hielo. Por último, se evaporó el solvente mediante agitación constante y se sometió a una serie de lavados.

Método de nanoprecipitación para la síntesis de nanopartículas PLGA-CDDP-Cs

Se preparó una fase orgánica de PLGA y cisplatino en DMF. Esta fase orgánica se pasó por goteo a una solución acuosa de PVA en agitación constante. Por último, se hizo un lavado y el pellet se resupendió en agua DI; se llevó de nuevo a agitación, se agregó quitosano y se realizó otro lavado.

Modificación de fluoresceína de sodio y marcaje del anticuerpo

Se partió de una solución de fluoresceína de sodio, EDC y sulfo-NHS disuelta en buffer MES. La fluoresceína se añadió por goteo a una solución de anticuerpo disuelto en bicarbonato de sodio y se agitó en un baño de hielo.

Por último, se utilizó una membrana de diálisis de celulosa y una columna de desalinización, para purificar el anticuerpo.

Biofuncionalización

En tubos cónicos de polipropileno se colocaron las nanopartículas y el anticuerpo marcado con fluoresceína, utilizando buffer MES. A continuación, se añadió EDC y se mantuvo en agitación protegiéndose de la luz. Por último se realizó un lavado para quitar el exceso de reactivos.

Resultados

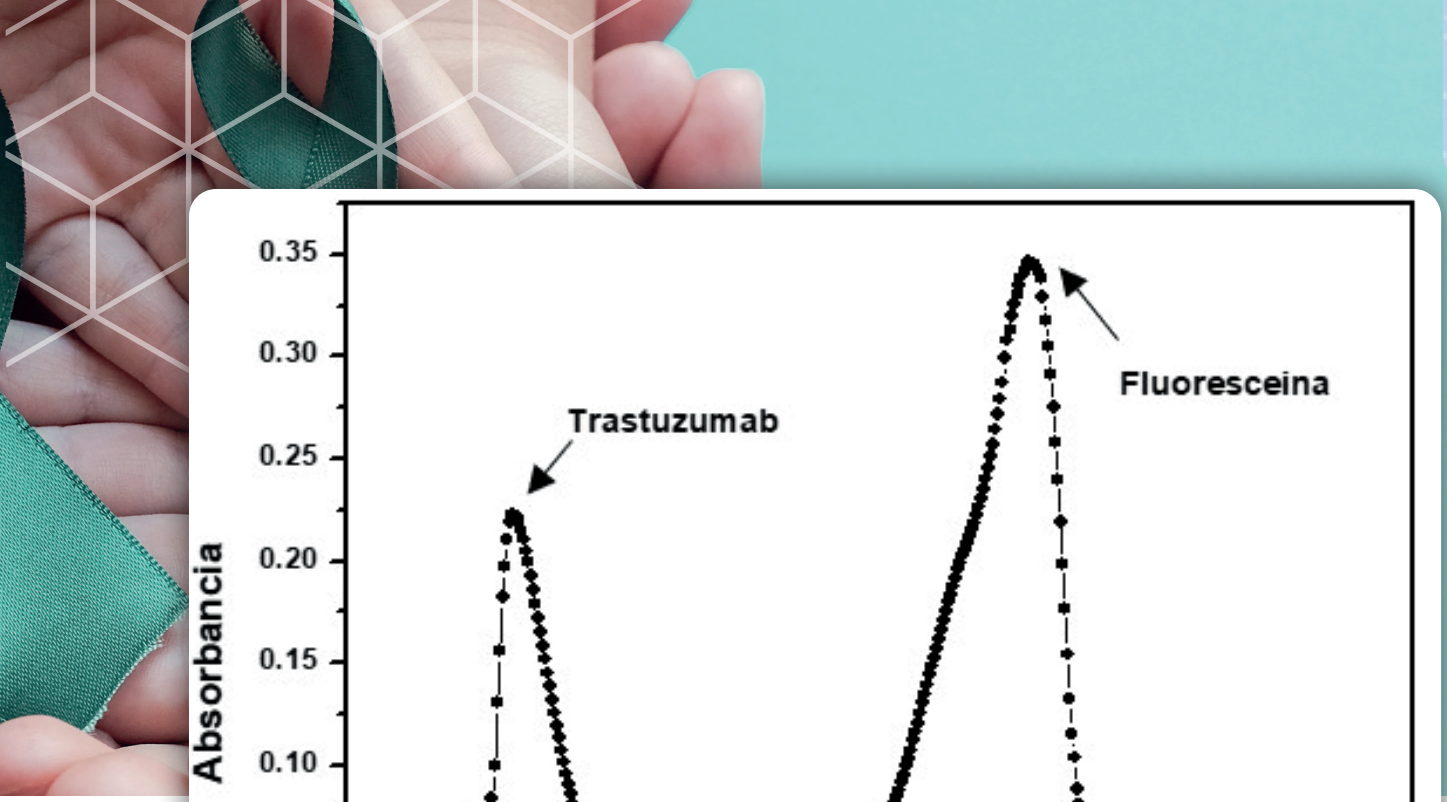
Síntesis y caracterización de las nanopartículas

El diámetro y potencial zeta fue de 146.03 ± 3.11 nm y 12.06 ± 0.9 mV para las NPs-PLGA-CDDP-Cs y de 185.95 ± 4.30 nm y 14.40 ± 1.2 mV después de biofuncionalizar NPs-PLGA-CDDP-Cs/TZ. Por su parte, las NPS-PLGLA-CP-Cs presentaron un diámetro y potencial zeta de 205.18 ± 4.86 nm y 28.1 ± 0.3 mV, que después de biofuncionalizar NPs-PLGA-CP-Cs/TZ fue de 229.36 ± 4.03 nm y 26.3 ± 3.5 mV.

Marcaje de trastuzumab con fluoresceína

Se midió la concentración de anticuerpo en cada etapa del proceso de conjugación y se obtuvieron los espectros de absorción. La concentración inicial del anticuerpo fue de 5.38 mg/mL y la concentración final fue de 172.0 µg/mL. En la Figura 1 se observan las absorbancias características de la fluoresceína a 500 nm y trastuzumab a 280 nm, respectivamente. La conjugación también se confirmó por espectroscopía IR.

Se calculó el número de fluoróforos por anticuerpo y se obtuvo una relación F/P=5.8±3.6 en promedio (n=3). Se determinó el número de anticuerpos por nanopartícula partiendo de una curva



» **Figura 1.** Espectro de UV-Vis de trastuzumab marcado con sulfo-NHS fluoresceína.

de calibración del conjugado trastuzumab-fluoresceína.

En ambos sistemas (NPs-PLGA-CDDP-Cs y NPs-PLGA-CP-Cs), la cantidad de anticuerpo conjugado incrementa proporcionalmente con la cantidad agregada al inicio de la reacción. Además, la suma de la cantidad conjugada y sin conjugar resulta prácticamente igual a la cantidad agregada al inicio de la reacción de biofuncionalización, lo que demuestra que el método desarrollado en este trabajo evita la estimación errónea.

Por último, se corroboró la conjugación de trastuzumab-fluoresceína

a las nanopartículas en un transiluminador con luz UV (λ = 312 nm) (Figura 2). Aunque no se abordó en este trabajo, estas nanopartículas también podrían funcionar como agentes de contraste y diagnóstico de tumores de CO con tamaños pequeños y también de sitios con metástasis, lo que facilitaría su tratamiento de forma oportuna.

Los resultados obtenidos en este trabajo fueron parte fundamental de una publicación en una revista internacional indizada (Domínguez-Ríos et al., 2019), en la cual se demostró mediante un ensayo de citotoxicidad en dos líneas celulares (SKOV-3 de CO y HCC70 de CM), que la conjugación de trastuzumab a las nanopartículas incrementa su internalización celular y su citotoxicidad en la línea SKOV-3, mientras que no se observó tal efecto en la línea HCC70. De esta forma, las nanopartículas biofuncionalizadas podrían representar una alternativa prometedora para el tratamiento selectivo del CO.

Conclusiones

En términos generales las mujeres con CO reciben múltiples modalidades de tratamiento, que van experimentando como efecto acumulativo. Tanto el cáncer como los efectos de los tratamientos a los que son sometidas las pacientes frecuentemente provocan cambios hormonales, sexuales, reproductivos, así como alteraciones psicológicas y sociales.

» **Figura 2.** Imagen de nanopartículas biofuncionalizadas con trastuzumabfluoresceína y sin biofuncionalizar, iluminadas con transiluminador UV.

Un aspecto psicológico importante del tratamiento en relación con disipar los temores de recurrencia es una discusión sobre las opciones de tratamiento. Las pacientes deben hacer un compromiso crítico entre eficacia y calidad de vida.

La aplicación de la nanotecnología en el tratamiento selectivo de CO, representa una alternativa prometedora, que al ser menos agresiva contra tejidos y órganos sanos, mejoraría significativamente la calidad de vida de las pacientes con esta enfermedad.

Glosario técnico

CDDP. Cisplatino
CO. Cáncer de ovario
CM. Cáncer de mama
CP. Carboplatino
Cs. Quitosano
DCM. Diclorometano
DMF. Dimetilformamida
EDC. 1-etil-3-(3-dimetilaminopropil) carbodiimida
F/P. Fluoróforos por proteína
HER2. Factor de crecimiento epidérmico humano
IR. Infrarrojo
MES. Buffer (ácido 2-morfolinoetanosulfónico monohidrato)
mg. Mili gramo
mL. Mili litro
mM. Mili molar
mV. Mili voltios
NHS. N-hidroxisuccinimida
nm. Nanómetro
PLGA. Poli(ácido láctico-co-glicólico)
PVA. Polivinil alcohol
TZ. Trastuzumab
UV-Vis. Ultravioleta vsible
µM. Micro molar

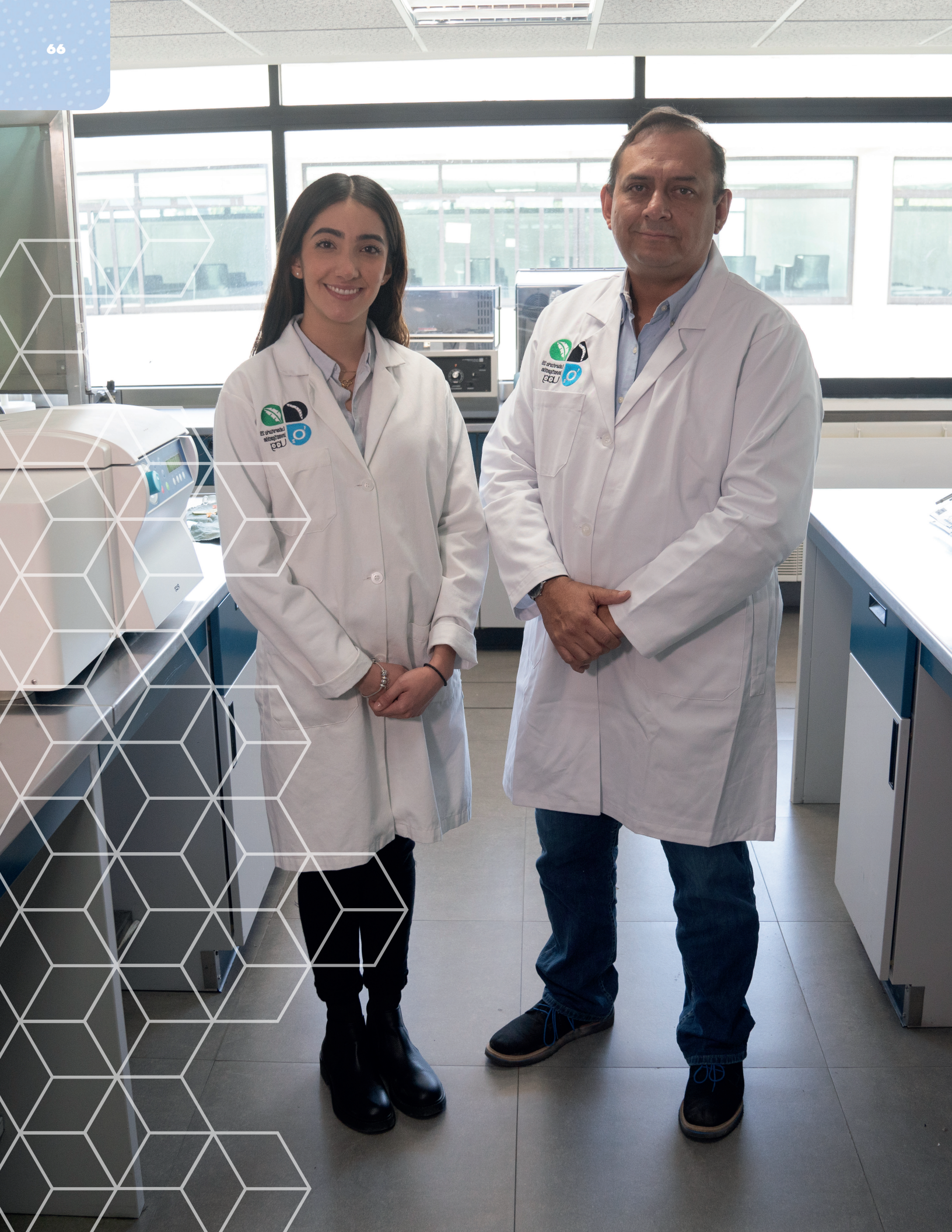
Bibliografía

Domínguez-Ríos, R., Sánchez-Ramírez, D. R., Ruiz-Saray, K., Oceguera-Basurto, P. E., Almada, M., Juárez, J., . . . Daneri-Navarro, A. (2019). Cisplatin-loaded PLGA nanoparticles for HER2 targeted ovarian cancer therapy. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 178, 199-207. doi:https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.03.011

González, J., Salas, E., & Ángeles, J. (2011). Registro estatal de cáncer. Secretaría de Salud Jalisco, 49(1), 27-32.

Orr, B., & Edwards, R. P. (2018). Diagnosis and Treatment of Ovarian Cancer. Hematology/Oncology Clinics of North America, 32(6), 943-964. doi:https://doi.org/10.1016/j.hoc.2018.07.010

Teplinsky, E., & Muggia, F. (2014). Targeting HER2 in ovarian and uterine cancers: Challenges and future directions. Gynecologic Oncology, 135(2), 364-370. doi:10.1016/j.ygyno.2014.09.003



MENCIÓN HONORÍFICA - INVESTIGACIÓN TEMPRANA

Diversidad del bacterioma cultivable del suelo de una plantación bananera: identificación y selección con fines del desarrollo de un bioinoculante.

» **Nombre del candidato: Ileana Olmos Arriaga**

» *Correo institucional: ileana.olmos@edu.uag.mx*
Laboratorio 309, Edificio E, Departamento de Biotecnológicas y Ambientales;
Universidad Autónoma de Guadalajara.

Introducción

En el año 2050 habrá una población de casi 10 billones de personas, por lo que la producción agrícola actual se debe aumentar en un 70% en un contexto de cambio climático y seguridad alimentaria poco convenientes. La agricultura es considerada una actividad "altamente contaminante" debido al uso excesivo de fertilizantes y pesticidas. Actual-

mente, la agricultura sustentable está basada en el uso de productos biológicos (Hafeez, et al, 2006). Las bananas representan una fuente de alimentación de fácil acceso para la población mundial. En México, el estado de Jalisco ocupa el 5o lugar en productividad y pertenece a la región productora "Pacífico-Centro". Las comunidades microbianas de los suelos participan en los ciclos biogeoquímicos, pero la aplicación excesiva de moléculas químicas y el cambio climático han alterado a los microbios del suelo en número y diversidad (Semenov, et al., 2020). Los microorganismos están interconectados a manera de un "Hub", donde el equilibrio entre los distintos Taxa modulan la funcionalidad del suelo para las plantas. Sin embargo, la perdida de uno o varios de esos microbios modifica la nutrición y parámetros físico-químicos, entre estos el pH. Para el cultivo de banana, el pH óptimo es de 6.5, sin embargo, los suelos de la región Pacifico-Centro tienen un valor entre 7.5-8.7. En este contexto hemos observado que el pH influye en la diversidad microbiana funcional de un suelo, pero es probable que la diversidad existente también influye en el pH. En este trabajo, encontramos que la ausencia de bacterias de los phyla Acidobacterias, Actinobacterias y α-Proteobacterias están disminuidas en los suelos de plantaciones bananeras, por lo que su ausencia explica la utilización de ácidos inorgánicos, la demanda de pesticidas y grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados respectivamente. El conocimiento de la diversidad microbiana abre la oportunidad de restaurar al suelo bananero con bacterias que sustituyan a los agentes químicos.

Objetivo general

Identificar la composición bacteriana presentes en tres estratos de suelo en una plantación bananera con bajo uso de fertilizantes y pesticidas.

Objetivos específicos

• Enumerar el contenido de bacterias en el suelo de 3 estratos utilizando 5 medios de cultivo diferentes con fines de selección (Cuenta estándar, NaCl, Norris, NBrip, EMB).

• Identificar bacterias purificadas por espectrometría MALDI- TOF, con fines de conocer la diversidad de las bacterias cultivadas.

• Determinar mediante las pruebas agronómicas las capacidades de las bacterias como promotoras del crecimiento de las plantas.

Metodología

Las muestras de suelo de un rancho de producción de bananas con baja perturbación de químicos fueron obtenidas en la ubicación: 18°45′0″ N, 103°40′0″ W. Las muestras se colectaron a una profundidad de 10 cm, 20 cm y 30 cm. el pH de cada nivel fue medido para correlacionar la diversidad microbiana y el número de UFC/gr de suelo.

Enumeración de las bacterias del suelo total y por sus capacidades funcionales.

Un gramo de tierra fue suspendido en 9 mL de una solución salina. Se hicieron diluciones seriadas base 10, que se plaquearon en 5 medios de cultivo como el EMB, NBrip, Norris, 5% NaCl y agar cuenta estándar.

Identificación del género y especie por espectrometría de masas MALDI-TOF Extractos proteícos bacterianos fueron analizados en un espectrómetro de masas MALDI- TOF Autoflex Speed (Bruker Daltonics). Se usó como matriz HCCA (alfa-ciano-4-hidroxiácido cinámico). Los espectros de masas resultantes se analizaron en la base de datos MALDI Biotyper Compass.

Pruebas de capacidades agronómicas o de promoción del crecimiento de plantas.

Se midió la capacidad de crecimiento y producción de factores promotores del crecimiento de plantas en agares con 5% NaCl, pH 8, citrato de Simmons, NBrip, NFB, ACC y auxinas.

Resultados y Discusión

El análisis de pH de los 3 niveles de suelo mostró diferencias significativas que influyen en el número total de bacterias. El pH del suelo de 10 cm fue de 6.676 ±0.030, para 20 cm de 6.796±0.018

y en 30 cm de profundidad tuvó un valor de 7.124±0.155. El estrato con el mayor contenido de microorganismos fue el de 10 cm con 21.8x106 UFC/gr de suelo, 1.59x106 UFC/gramo en 20 cm y 4.5x105 UFC/gramo a los 30 cm de profundidad. Es probable que el aumento gradual del pH influye sobre el número de células cultivables, ya que observamos una reducción de un -36.63% con respecto al suelo de 10 cm y de -25% con respecto a 20 cm. A los 10 cm se obtuvo el mayor número de UFC/gr, pero en funcionalidad de los microorganismos fue el menor. El nivel 20 cm tuvo el mayor número de bacterias tolerantes a la sal, fijadoras de nitrógeno (Norris).

Identificación de bacterias del suelo colectadas en los medios de selección.

Se aislaron 220 bacterias, pero se identificaron 155 cepas ya que muchas al separarlas perdieron viabilidad, lo que sugiere la existencia de simbiosis estricta entre los distintos géneros. Las bacterias después de la identificación fueron agrupadas por género y especie, sin perder de vista el origen, encontrando 8 géneros diferentes y 28 especies distintas correspondientes a los Phyla Firmicutes y Proteobacterias.

Funcionalidad agronómica de bacterias aisladas del suelo.

Se analizaron 107 cepas para determinar las capacidades agronómicas y de respuesta al estrés salino y por pH alcalino. La figura 1 muestra bacterias que de acuerdo a las pruebas de funcionalidad son candidatas para el diseño futuro de una formulación microbiana para el suelo. También se muestra las diferencias significativas en el número de UFC entre tres ranchos bananeros. Uno de ellos perturbado por el manejo de agroquímicos (Candelaria). Así mismo mostramos que la diversidad ésta concentrada en dos 2 phyla: Firmicutes y Proteobacterias, mostrando la ausencia de otros que son esenciales en la salud y funcionalidad de los suelos agrícolas como lo son las bacterias pertenecientes a los Phyla Actinobacteria, Bacteroidetes y Acidobacteria.

Figura 1.- Resultados Principales. Tabla que presenta 9 bacterias candidatas para el desarrollo de una formulación y las diferencias en el número de bacterias por gramo de suelo entre una plantación perturbada (candelaria) y dos con bajo uso de agroquímicos (R1 y R2). No se observan diferencias significativas en la diversi-

dad microbiana, pero si en el número de bacterias funcionales.

Conclusiones

Estudiar el microbioma (diversidad y composición) del suelo es una alternativa para resolver problemas causados por el manejo convencional (exceso de agroquímicos) de la agricultura en las plantaciones y contribuye a disminuir el impacto de la actividad agrícola sobre el medio ambiente. Observamos que los suelos perturbados están disminuidos en el número y tipo de bacterias, por lo que este tipo de estudios podrían funcionar para desarrollar productos biotecnológicos que restauren paulatinamente los suelos agrícolas del estado de Jalisco y mantener su productividad.

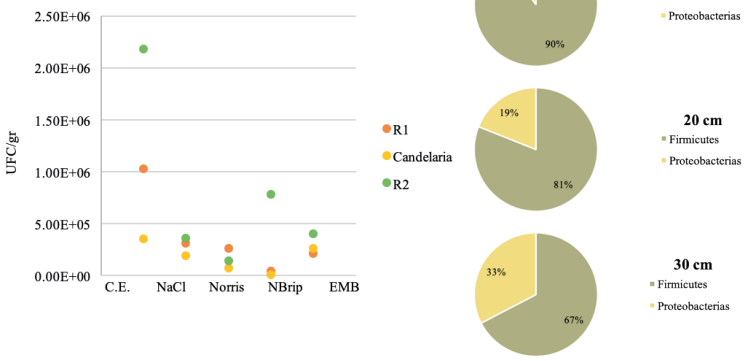
Bibliografía

FAO, (2009), La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050, en Cómo alimentar al mundo en 2050, Secretaría del Foro de Alto Nivel de Expertos, Italia, Roma, pp. 4.

Hafeez, F., et al. (2006) Plant growth- promoting bacteria as biofertilizer. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA 26(2), 143-150.

Semenov, M., et al., (2020). Long-term fertilization rather than plant species shapes rhizosphere and bulk soil prokaryotic communities in agroecosystems. Applied Soil Ecology. 154. 103641

Cepa	(cm)	*Género y Especie*	NaCl	pH 8	Proteasa	NFB	NBrip	Auxinas	ACC
114.1	10	*Paenibacillus lautus*	+	+	+	+	-	-	+
153.1	10	*Acinetobacter junii*	+	+	-	-	-	AIA+	+
72.1	20	*Bacillus cereus*	+	+	+	+	-	AIA+	+
35.1	20	*Cupriavidus necator*	-	+	-	+	-	AIA+	+
160.1	20	*Bacillus altitudinis*	+	+	+	+	-	-	+
186.1	20	*Bacillus pumilus*	+	+	+	+	+	Auxina+	+
109.1	30	*Bacillus oceanisedeminis*	+	-	+	+	-	AIA+	-
124.1	30	*Bacillus megaterium*	+	+	+	+	-	AIA+	+
164.1	30	*Pseudomonas indica*	+	+	-	-	-	-	+



UDEA
SPACE

MENCIÓN HONORÍFICA - DIVULGACIÓN

UDG Space

» **Carlos Felipe Ávila Gómez**

» *Correo institucional: felipe.avila@alumnos.udg.mx*

UDEG SPACE es una comunidad universitaria nacida en el 2018 dedicada al desarrollo de proyectos aeroespaciales y divulgación científica mediante equipos multidisciplinarios de alto impacto; conformados por estudiantes de la red universitaria de la Universidad de Guadalajara con un claro propósito de expansión al Sistema de Educación Media Superior en Jalisco. Uno de los propósitos de la comunidad es fungir como vinculo en las distintas iniciativas que se llevan a cabo entre empresas, instituciones públicas y estudiantes universitarios, con el objetivo de desarrollar y divulgar proyectos clave y de trascendencia para la sociedad en una época donde el mundo experimenta grandes retos y oportunidades.

UDEG SPACE brinda una plataforma abierta e inclusiva para compartir, desarrollar y llevar el conocimiento a la práctica utilizando las nuevas tecnologías, aplicar y compartir la ciencia de una forma didáctica y formativa, en donde la comunidad Jalisciense se vea beneficiada y así mismo,

» **Figura.** Isólogo UDEG SPACE

los miembros desarrollen no solo habilidades técnicas, sino que también habilidades blandas vitales para su pleno desarrollo en un ambiente altamente competitivo. Desde 2018, UDEG SPACE se ha conformado como la comunidad más grande y de mayor crecimiento de la Universidad de Guadalajara en materia aeroespacial, proporcionando a pequeños y grandes, las herramientas necesarias para desarrollar conocimiento e impulsarlo hasta la práctica dentro del estado de Jalisco.

En la actualidad, son 54 estudiantes integrantes activos dentro de la comunidad y 11 cofundadores de UDEG SPACE, conformando así, 65 estudiantes de Jalisco, que pertenecen orgullosamente a la comunidad.

Nuestros objetivos son claros y hemos trabajado arduamente día a día para lograrlos: empoderar a la comunidad de educación media superior, superior y alentar a las mentes creativas de niñas y niños de educación básica al desarrollo de proyectos de alto impacto dentro del área de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés).

Además, crear una cultura de trabajo disruptiva y ser una plataforma para la innovación y el progreso, ofreciendo espacios de diálogo, divulgación científica, tecnológica, e impulsar la creatividad son uno de los principales motores que constituyen UDEG SPACE como parte de sus objetivos.

Nuestra visión para el 2022 es convertirnos en la comunidad académica de divulgación, investigación temprana y desarrollo científico y tecnológico universitaria más grande e importante del sector aeroespacial en Jalisco y una de las más importantes a nivel nacional, promoviendo así, el modelo de innovación triple hélice entre la

academia, industria y los gobiernos con la firme pasión de trabajar en equipo y crear un cambio. Guiados por nuestros valores: transparencia, honestidad, empatía, tolerancia, lealtad y compromiso, es como UDEG SPACE logra crear y evangelizar la ciencia en las mentes jóvenes de Jalisco de una manera única, progresiva y equitativa.

Nuestra metodología ha sido clave para alcanzar el éxito que nos ha reconocido entre estudiantes y sociedad en Jalisco como ejemplo de desarrollo y divulgación de ciencia y tecnología. Nuestro método de reclutamiento es abierto a estudiantes que, sin importar la Universidad, Institución u organismo de procedencia, buscan generar un cambio dentro de Jalisco y México a través de la ciencia y la tecnología. En UDEG SPACE buscamos identificar las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades de sus futuros miembros, con el objetivo de formar futuros profesionistas de calidad con ganas de aprender, desaprender y dar solución a cualquier problema.

Subdivididos por áreas, los cuatro proyectos activos de la comunidad; Mars Rover MARK - II, Programa Jaliscienses en NASA, Cohetería Experimental y Crear Universos para compartir, cuentan con un líder y equipo multidisciplinario. UDEG SPACE aplica a distintas convocatorias, competencias y hackatones nacionales e internacionales para así, fortalecer el conocimiento y promover en sus integrantes, la búsqueda y superación de nuevos retos que beneficien a la sociedad.

UDEG SPACE está comprometido con divulgar la ciencia e impulsar la juventud de hoy. La comunidad promueve diferentes acciones para llevar los últimos adelantos y noticias científicas a los rincones de Jalisco a través de las redes sociales durante la complicada época que vivimos causada por el virus COVID-19.

"Crear Universos para compartir" es el programa de difusión de ciencia y tecnología emblema. A través de infografías ilustrativas, UDEG SPACE divulga la ciencia de manera orgánica y desde hace más de 6 meses donde, cada viernes se comparte contenido de valor y reciente en materia científica y de tecnología dirigido a todo público. Nuestros resultados hablan por sí mismos:

- 63, 850 personas alcanzadas.
- 23 infografías.

- 3,117 interacciones.
- Últimos 6 meses.

El trabajo de las infografías UDEG SPACE, "Crear Universos para compartir", ha llegado a ser compartido en diferentes medios de comunicación y páginas de divulgación científica internacionales, creando un impacto mayor y no únicamente en el estado de Jalisco.

Algunos de los resultados de UDEG SPACE en desarrollo de tecnología son: participación en el University Rover Challenge (URC) como semifinalistas con MARK – 1, un Rover de Exploración Espacial autónomo desarrollado enteramente por estudiantes de la Universidad de Guadalajara.

UDEG SPACE compitió durante el URC entre las universidades más importantes del país: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), El Instituto de Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN), consolidándose así, como el primer equipo de Jalisco, en participar en esta competencia de talla mundial donde además compiten universidades como Stanford y el Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Uno de nuestros proyectos más recientes es Cohetería Experimental. Los estudiantes de la Universidad de Guadalajara y miembros de UDEG SPACE fungen como pioneros en la manufactura y construcción de cohetes a escala donde actualmente competimos en una de las competencias más grandes de Latinoamérica: Latin American Space Challenge 2020 (LASC). Con un equipo multidisciplinario de 22 estudiantes dentro de este proyecto, hemos logrado en el tiempo récord de tres meses, avanzar de manera titánica en los preparativos para consolidarnos con un ejemplo de que los estudiantes de Jalisco pueden generar tecnología aeroespacial de calidad.

Además, uno de los programas piloto de UDEG SPACE; "Jaliscienses en NASA", inició con la trayectoria de Carlos Felipe Ávila Gómez tras participar por tres años seguidos en competencias dentro de NASA. Este programa consiste en impulsar, apoyar y difundir el talento de los jaliscienses para estancias cortas dentro de programas internacionales en NASA. Actualmente, UDEG SPACE apoya 11 estudiantes de 7 municipios de Jalisco: El Grullo, Guadalajara, Degollado, Zapopan, San

Juanito de Escobedo, San Pedro Tlaquepaque y Lagos de Moreno.

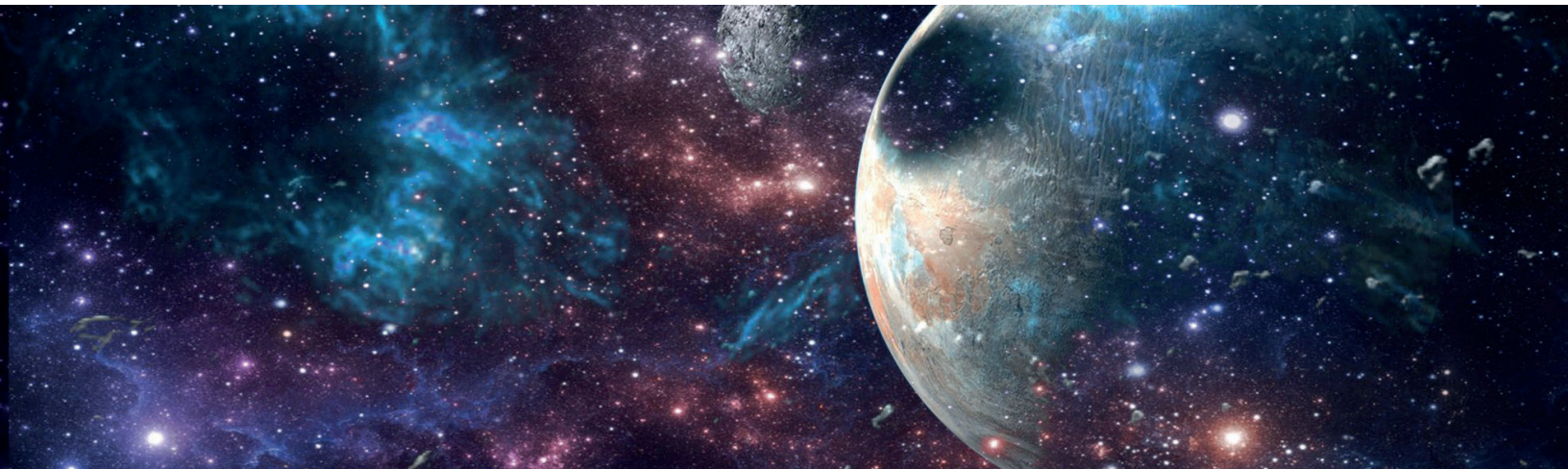
UDEG SPACE ha creado series de Webinars educativos y científicos donde, con la participación de ponentes de talla internacional, logramos compartir temas de gran relevancia como energía nuclear, exploración de la superficie lunar, medicina espacial y tecnologías disruptivas para el sector energético. Algunos de los números generados por los webinars son:

- 740 minutos de contenido.
- 16 talleres, webinars y charlas divulgativas.
- 15,150 minutos de reproducción.
- 11,198 personas alcanzadas.
- 2,369 interacciones.

Así mismo, algunas de nuestras más recientes colaboraciones han sido en compañía del Instituto de la Juventud y el Deporte de Tabasco, Sociedad Científica Juvenil, Congreso Nacional de Sociedad Científica Juvenil llevada a cabo dentro del Trompo Mágico 2019, Jalisco Talent Land 2019, Iron Land at Home 2020, Semana Mundial del Espacio 2019 y 2020.

El talento dentro de este macroproyecto llamado UDEG SPACE se demuestra a través del resultado obtenido con nuestras ganas de impulsar y llevar la ciencia a nuevos niveles en Jalisco. Aún falta mucho por compartir y desarrollar, sin embargo, esta gran comunidad confía en su capacidad seguir creando un cambio con la ciencia, innovación y tecnología dentro de Jalisco, México y las Universidades de todo el país.

Dentro de UDEG SPACE se encuentra el joven talento de Jalisco que impulse a través de la divulgación y el desarrollo de tecnología, el futuro de México.



Esta obra se terminó de editar en abril de 2021 en Guadalajara, México. Se hizo una versión digital para su distribución en línea. Edición no venal. Para su diseño se usaron fuentes de la familia Nutmeg. El cuidado de la edición y la corrección fue por cuenta del cliente. El diseño editorial fue por cuenta de los servicios editoriales de Libros invisibles.

www.librosinvisibles.com
informes@librosinvisibles.com
Tel. 33-14822765

Facebook.com/LibrosInvisibles
Twitter.com/LibrosInvisible

Premio Estatal de Innovación, Ciencia y Tecnología

Jalisco 2020

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:
mauricio.espinosa@jalisco.gob.mx

@InnovaJal
/InnovaciónJalisco

sicyt.jalisco.gob.mx

Innovación, Ciencia y Tecnología

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO