

# Sapiens+

Ciencia, Tecnología e Innovación

## EL INJERTADO: UNA OPCIÓN PARA CLONAR PINOS

### NUESTRA COMUNIDAD CIENTÍFICA

DRA. ESTELA RUIZ BACA  
DR. CESAR MEZA HERRERA

### ACTIVIDADES COCyTED

SEXTO CONCURSO CRECIENDO CON  
CIENCIA

CEREMONIA DE ENTREGA DE  
RECONOCIMIENTOS DEL SEI

TALLER DE INTRODUCCIÓN A LA  
ROBÓTICA E IMPRESIÓN 3D

### ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

SIMBIÓTICO DE MEMBRILLO,  
MANZANA Y PROBIÓTICOS: EFECTO  
SOBRE LA PROTECCIÓN GÁSTRICA  
EN UN MODELO DE DEPORTISTAS DE  
ALTO RENDIMIENTO

EL INJERTADO: UNA OPCIÓN PARA  
CLONAR PINOS

RESIDUOS AGROINDUSTRIALES  
DEL MEZCAL: ¿QUÉ SON Y SU  
POTENCIAL?





# Sapiens+

# CONTENIDO

## NUESTRA COMUNIDAD CIENTÍFICA

DRA. ESTELA RUIZ BACA

Pág. **2**

DR. CÉSAR A. MEZA HERRERA

Pág. **4**

## ACTIVIDADES COcyTED

SEXTO CONCURSO  
CRECIENDO CON  
CIENCIA

Pág. **8**



CEREMONIA DE ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS  
DEL SEI

Pág. **10**

TALLER DE INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA E  
IMPRESIÓN 3D

Pág. **11**

# ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

SIMBIÓTICO DE MEMBRILLO, MANZANA Y PROBIÓTICOS:  
EFECTO SOBRE LA PROTECCIÓN GÁSTRICA EN UN MODELO  
DE DEPORTISTAS DE ALTO RENDIMIENTO

Pág. **13**

EL INJERTADO: UNA OPCIÓN  
PARA CLONAR PINOS

Pág. **19**

RESIDUOS  
AGROINDUSTRIALES DEL  
MEZCAL: ¿QUÉ SON Y SU  
POTENCIAL?

Pág. **24**

**Visita, Comenta y  
Comparte nuestras  
Redes Sociales:**



## DIRECTORIO

**DR. ESTEBAN ALEJANDRO VILLEGAS VILLARREAL**

Gobernador del Estado de Durango

**DR. GUILLERMO ADAME CALDERÓN**

Secretario de Educación en el Estado

**DR. JOSÉ BETANCOURT HERNÁNDEZ**

Director General del COCyTED

**C.P. CÉSAR ERNESTO MARTÍNEZ GUERRERO**

Director de Administración y Planeación del COCyTED

**M.C. SOFÍA CARRILLO LECHUGA**

Directora Regional Laguna del COCyTED

**DRA. BLANCA DENIS VÁZQUEZ CABRAL**

Jefa del Departamento de Desarrollo Científico

**M.C. FRANCISCO ZALDÍVAR ORONA**

Jefe del Departamento de Formación de Capital Humano

**ING. JORGE ENRIQUE CANTELLANO VARGAS**

Jefe del Departamento de Difusión y Divulgación de la CTI

Diseño

**ING. ADAN EDMUNDO MARTÍNEZ ROSAS**

Comunicación Social COCyTED

## COMITÉ EDITORIAL

**Presidente**

DR. RUBÉN FRANCISCO GONZÁLEZ LAREDO

**Vocales**

DRA. NORMA ALEJANDRA RODRÍGUEZ MUÑOZ

DRA. SOCORRO GONZÁLEZ ELIZONDO

DRA. ANGÉLICA LECHUGA QUIÑONES

M.C. MARÍA DEL CARMEN ORRANTE REYES

DR. MARCELO BARRAZA SALAS

DR. GERARDO MARTÍNEZ AGUILAR

DR. JOSÉ SALAS PACHECO

DR. BENEDICTO VARGAS LARRETA

DR. JAIME SÁNCHEZ SALAS

DR. FRANCISCO CARRETE CARREÓN

DR. JESÚS GUADALUPE ARREOLA ÁVILA

Diseño

Centro de Impresión y Diseño, S.A. de C.V.

Correo de Contacto:

[sapiens.cocytcd@gmail.com](mailto:sapiens.cocytcd@gmail.com)

Año 5, Número 12. Impresa en los talleres de Centro de Impresión y Diseño, S.A. de C.V. en Durango, Dgo., México.

Periodicidad de las Publicaciones: Cuatrimestral

Los artículos publicados en esta revista, expresan la opinión de sus autores y no representan forzosamente el punto de vista del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCyTED)

Las imágenes e ilustraciones incluidas en los artículos, son responsabilidad del o los autores del mismo.

# EDITORIAL

En esta edición de nuestra revista, nos complace presentar una serie de artículos que no solo reflejan el dinamismo de la ciencia y la tecnología, sino también el compromiso con la sostenibilidad, la innovación y el desarrollo académico en diversas áreas del conocimiento.

Comenzamos con una visión de las actividades recientes organizadas por el COCYTED, que se destacan por su capacidad para generar espacios de intercambio y aprendizaje en nuestra comunidad científica. En primer lugar, el Sexto Concurso Creciendo con Ciencia, como una excelente plataforma para fomentar la creatividad y el pensamiento crítico entre jóvenes investigadores. Además, celebramos con entusiasmo la Ceremonia de Entrega de Reconocimientos del Sistema Estatal de Innovación (SEI), que premia los logros y esfuerzos de aquellos que han hecho una contribución significativa al avance del conocimiento y la tecnología en Durango. Este tipo de reconocimientos no solo validan el esfuerzo individual, sino que también inspiran a futuras generaciones a seguir el camino del conocimiento y la innovación. Para la educación del futuro, el Taller de Introducción a la Robótica e Impresión 3D, en este taller, los participantes tienen la oportunidad de sumergirse en el fascinante mundo de la robótica y la fabricación digital, dos campos que, a medida que avanzan, están transformando la manera en que entendemos nuestro mundo y la tecnología.

En cuanto a los artículos de divulgación científica, tenemos contribuciones que exploran diversos campos de la ciencia aplicada. El primero de estos artículos, titulado “Simbiótico de Membrillo, Manzana y Probióticos: Efecto sobre la Protección Gástrica en un Modelo de Deportistas de Alto Rendimiento”, ofrece una mirada profunda sobre cómo los alimentos funcionales, en combinación con probióticos, pueden mejorar la salud gástrica de los atletas de alto rendimiento. El segundo artículo, “El Injertado: Una Opción para Clonar Pinos”, analiza los beneficios y aplicaciones de la técnica del injerto como alternativa para la clonación de pinos, método no solo tiene implicaciones para la conservación de especies vegetales, sino que también presenta un potencial para mejorar la producción forestal y la restauración ecológica, finalmente, “Residuos Agroindustriales del Mezcal: ¿Qué Son y Su Potencial?”, aquí se examinan los residuos generados durante la producción de mezcal, una bebida tradicional mexicana, y su potencial para ser aprovechados de manera más eficiente, no solo como subproductos, sino como recursos que pueden contribuir a la economía circular y a la sostenibilidad en la agroindustria.

Nos encontramos en un momento donde la ciencia y la tecnología juegan un papel fundamental en la construcción de un futuro más saludable, próspero y sostenible y estas iniciativas, tanto en el ámbito académico como en el profesional, son la prueba de que la ciencia tiene el poder de transformar el mundo. Esperamos que disfruten de esta edición y que los artículos presentados aquí sirvan como inspiración para futuros proyectos y colaboraciones en el campo de la ciencia.

¡La ciencia avanza, y nosotros avanzamos con ella!

# NUESTRA COMUNIDAD CIENTÍFICA

## Dra. Estela

## Ruiz Baca

**La** Dra. Estela Ruiz Baca es originaria de Valle de Santiago, Guanajuato. Estudió Químico Farmacéutico Biólogo (QFB) y obtuvo el Doctorado Directo en Ciencias (en Biología) en la Universidad de Guanajuato. Realizó una estancia posdoctoral en el Instituto de Neurobiología de la UNAM. En el año 2007, ingresó a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FCQ-UJED), donde actualmente es profesora investigadora e imparte docencia a nivel licenciatura y posgrado.

La Dra. Ruiz Baca pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) nivel II, miembro honorífico del Sistema Estatal de Investigadores (SEI) y Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC). Cuenta con el perfil PRODEP y es integrante del Cuerpo Académico Consolidado Proteínas y Metabolitos de Interés Biotecnológico UJED-CA-139. Es autora de múltiples artículos científicos y de divulgación publicados en revistas especializadas con arbitraje, así como de capítulos de libro, además de haber participado en diversos congresos a nivel nacional e internacional. Bajo su dirección se han concluido 55 tesis de licenciatura, 15 de maestría y 2 de doctorado.

Ha participado como responsable técnico y colaboradora en proyectos de investigación a nivel estatal y nacional, además de haber sido revisora de artículos sometidos a publicación en revistas

nacionales e internacionales. En los años 2021 y 2022, recibió el reconocimiento como Directora de Tesis del premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación Durango que otorga el COCyTED, en la modalidad Tesis de Maestría, en el área de Biología y Química. Una de sus líneas de investigación está relacionada con el estudio de proteínas y metabolitos de interés biotecnológico, entre sus proyectos en este tema, se encuentra la evaluación de la actividad antifúngica de extractos de plantas sobre hongos interés clínico y fitopatógenos. Otra de sus líneas de investigación se enfoca en el estudio de mecanismos de patogenicidad y resistencia antifúngica de hongos patógenos como *Candida spp.* y *Sporothrix spp.*

En este último modelo de estudio, sus contribuciones se cuentan entre las pioneras en la identificación de una glicoproteína de 70 kDa (Gp70) considerada de gran relevancia para fines diagnósticos y terapéuticos, así como en el estudio de los mecanismos moleculares implicados en la respuesta al estrés oxidativo.

La Doctora Ruiz se describe como una persona apasionada por la micología, le motiva la curiosidad y el deseo de contribuir al conocimiento científico ella trabaja de manera meticulosa y colaborativa, valorando la ética y la sostenibilidad en la investigación. Ella es perseverante y adaptable, siempre buscando oportunidades para aprender y crecer profesionalmente.

Su motivación para incursionar en la investigación científica, surge de su curiosidad por entender los hongos patógenos y su relevancia para la salud humana y vegetal, desde las enfermedades invasivas en pacientes inmunocomprometidos hasta la pérdida de cultivos agrícolas debido a infecciones fúngicas, estos organismos han demostrado su capacidad para poner en riesgo la salud pública y la seguridad alimentaria. El estudio de sus mecanismos de patogenicidad y de resistencia a los antifúngicos, así como posibles estrategias de control, me resultó apasionante y fundamental para la ciencia aplicada y la biotecnología.

La Dra. Ruiz menciona que ha tenido gran satisfacción proveniente de su investigación en hongos patógenos, como la generación de nuevo conocimiento que contribuya a la comprensión de sus mecanismos de patogenicidad y de las estrategias para combatirlos, teniendo impacto en la salud pública y la agricultura, además de colaborar con otros investigadores y observar cómo estos hallazgos pueden tener un impacto positivo en la sociedad, para ella eso es muy gratificante junto a poder inspirar a estudiantes a seguir carreras en ciencia y tecnología es una de las mayores recompensas de mi trabajo.

La Dra. Ruiz nos cuenta el como impacta su investigación en problemas sociales, ambientales y económicos del estado de Durango, pues su investigación en hongos patógenos aporta principalmente en el campo de la salud pública, al abordar el diagnóstico y tratamiento de infecciones fúngicas nosocomiales, además, el estudio de tratamientos alternativos naturales para combatir hongos fitopatógenos, ya que puede contribuir para aumentar la productividad agrícola y reducir pérdidas económicas, fortaleciendo así la economía local y fomentando un desarrollo sostenible.

Para mejorar la investigación en Durango, ella sugiere fomentar la colaboración interinstitucional entre universidades, centros de investigación, en el sector privado y gubernamental, así como incrementar el financiamiento a través de fuentes gubernamentales y privadas, creando programas de apoyo específicos que incentiven el desarrollo de proyectos innovadores.

Además, se debe impulsar la formación de talento mediante programas de capacitación especializados y becas, fortalecer la divulgación científica para aumentar la conciencia sobre la importancia de la ciencia en la región. Por último, es clave priorizar investigaciones que aborden problemas específicos de la región, asegurando un impacto directo y positivo en la sociedad.



# Dr. César A. Meza Herrera

**E**l Dr. César A. Meza Herrera es Ingeniero Agrónomo Zootecnista por la ESAZ-UJED, obtuvo la Maestría en Sistemas de Producción en Ovinos y Caprinos por la UNAM, y es Doctor en Filosofía por la Universidad Estatal de Nuevo México, Estados Unidos, con el Área Mayor en Fisiología de la Reproducción y el Área Menor en Biología Molecular. De 1984-1986, colaboró como catedrático en la UNAM-FESC. En 1987 ingresó como Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (UACH-URUZA), Bermejillo, Durango. Su principal línea de investigación se enfoca a comprender los mecanismos subyacentes de la interacción nutrición-reproducción, abordando entornos fisiológicos en diferentes niveles de organización biológica, desde la escala celular, órganos y sistemas, hasta el organismo y su interacción con el ambiente. Se intenta explicar los mecanismos de respuesta tanto fisiológicos como de comportamiento animal, tomando como base diversas herramientas teóricas y experimentales.

Su formación en sistemas de producción, reproducción, genética, nutrición, y biología molecular le ha permitido el uso de una perspectiva integradora que considera diferentes escalas de descripción para explicar la compleja naturaleza multinivel de los pequeños rumiantes.

Ha conducido Proyectos de Investigación en el Área de Caprinos, Ovinos y Bovinos, con un enfoque Multi-Institucional a nivel Nacional e Internacional. Ha recibido financiamiento público y privado superior a los 1,000,000 USD, 1.2 millones de euros por la Unión Europea y 17 millones de pesos por el Fondo CONACYT-SAGARPA. Resultados de sus investigaciones han generado más de 170 artículos publicados en journals indexados por el JCR, SCOPUS, & WOS, presentando resultados de su obra científica en más de 30 países. Ha participado como Director y Co-Director de 26 estudiantes de Doctorado, 32 de Maestría, y 72 tesis a nivel Licenciatura.

Ha recibido Reconocimiento como Investigador con Mayor Productividad por la UACH-DGIP (2013, 2014 & 2015) y durante 20 años consecutivos (2005-2025) ha sido el Investigador con Mayor Productividad en el Instituto de Innovación en Biosistemas de Zonas Áridas, URUZA-UACH. En la Plataforma Científica ResearchGate es el investigador de la UACH con el más alto RG-Interest Score >2,500, con > 95,200 Reads-Downloads, cerca de 3,200 citas a su obra y un Índice h = 31. Mientras que el Proyecto Europeo ACUMEN-2020 lo sitúa en el Top-500 de Científicos Mexicanos, en diversas ocasiones ha sido distinguido como Profesor Visitante en Austria (BOKU-University), España (Universidad

de Córdoba), República Checa (Czech University of Life Sciences, Prague – ITS) República Popular de China (Shandong Agricultural University), Japón (Japan International Cooperation Agency & Japan Bioindustry Association), Bélgica (European Commission & ALFA III Program), Portugal (Universidad do Porto-ALFA III Program), Italia (Istituto Sperimentale per la Zootecnia - Potenza), Rumania (University of Ovidius – Constanza), Reino Hachemita de Jordania (Jordan University of Science & Technology), Sultanato de Oman (Sultan Cabos University - Muscat), Argentina (Universidad Nacional de Catamarca), Perú (Universidad Nacional Agraria La Molina, & Universidad Nacional de Huancavelica), Bolivia (Universidad Mayor de San Andrés & Universidad Mayor de San Simón), Guyana (CARICOM – Guyana School of Agriculture), y el Programa de Posgrado Europeo Agrismundus Consortium – Montpellier, Copenhague, Madrid, Catania & Cork). El Dr. Meza-Herrera es Investigador Nacional Nivel III, SNII-CONAHCYT, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, Investigador Honorífico, SEI-COCYTED, y Premio al Mérito en Investigación de Excelencia – 2022, COCYTED-CONAHCYT.

El Dr. Meza se describe como persona y como investigador de forma en que intenta ser una persona empática y comprometida; y que seguramente le ha dedicado mucho tiempo a su carrera como investigador, aunque a veces lamenta que posiblemente dedica un poco más de tiempo a su trabajo que a su familia o amigos.

Como investigador se describe obsesivo, caótico, y persistente, además de su área de interés científica abordada en su brief vitae, otros de sus intereses académicos incluyen la geopolítica, la innovación, la economía del conocimiento, la patología de la pobreza, la movilidad social, y las tecnologías disruptivas.

Disfruta enormemente leer, nadar, y escuchar música, en especial rock clásico, rock progresivo y música clásica, con particular predilección por el período barroco.

Su motivo para incursionar la investigación científica, comencó en el tercer semestre de ingeniería, al resolver y entregar un examen de estadística y diseños experimentales, el Profesor le pidió la calculadora y rápidamente le dijo: *“César, su respuesta estadística es la correcta, pero lo que más me llama la atención fue la forma en la cual abordaste la interpretación de los resultados, pareciera que tienes facilidad para ver lo que otros de tu compañeros no hacen tan fácilmente”*, en ese momento el Dr. Meza explicó en el examen los componentes de varianza de un problema de producción animal y así nació en él un enorme interés y compromiso con la investigación y la ciencia; dicho interés (menciona), aún perdura en estos momentos de su vida.

El Dr. Meza comenta, que hay algo particular que le reconforta es el formar tesis de nivel licenciatura, maestría y doctorado, que en cierto momento ellos comenten, que su ejemplo marcó el destino y sentido de sus vidas; eso ya es satisfacción suficiente para él, así mismo, la presentación de sus resultados de investigación en diferentes partes del mundo (cerca de 30 países) le dé la oportunidad de interactuar con otras personas con intereses similares, para el Dr. Meza, es invaluable, eso genera una riqueza no solo intelectual, también le permite conectar en una forma cercana con algunos de ellos, retroalimentando positivamente su quehacer científico y en ocasiones le permite entablar una amistad que perdura en el tiempo, lo cual, -en palabras del Doctor-, sin duda fortalece el espíritu.

Sin consecución de recursos económicos, es imposible desarrollar investigación de calidad; sin pretender polemizar o herir susceptibilidades,

y parafraseando un líder político del siglo pasado, Mexiquense, para más información, un investigador pobre es un pobre investigador. Respecto al fortalecimiento en investigación e innovación en nuestro estado, se ha impulsado la formación de redes de investigación regional, nacional e internacional las cuales han recibido financiamiento público y privado superior a 1,000,000.00 USD, 1.2 millones de euros por la Comisión Europea y 17 millones de pesos de Fondo CONACYT-SAGARPA. El énfasis de su investigación ha sido la producción caprina, actividad productiva y económica en la cual Durango es protagonista central a nivel nacional. A ello hay que agregar el que las cabras están prioritariamente ligadas al sector social de la producción, no solo en nuestro estado sino a nivel nacional. Mientras que su tesis de licenciatura, la cual se desarrolla en el área de nutrición caprina en la ESAZ-UJED, su tesis de maestría (UNAM), se desarrolló en el entonces Centro Nacional de Fomento Caprino, Tlahualilo, Durango y aunado al paso del tiempo, ha realizado investigación sostenida, relevante y pertinente, enfocada a reconocer y explicar los principales procesos fisiológicos, endocrinos, metabólicos y de comportamiento, respecto a la suplementación nutricional de precisión como herramienta para incrementar la función reproductiva-productiva en caprinos y ovinos, considerando un enfoque de ciencia básica, así como con un enfoque de investigación participativa con productores de zonas áridas en lo general y en Durango en lo particular. Paralelamente, ha impactado positivamente en otras áreas de generación de conocimiento que incluyen la producción animal e impacto ambiental a nivel regional y continental, así como investigación de frontera en ciencia animal, salud pública, y el manejo de los recursos naturales en el desierto Chihuahuense.

Ha colaborado con la FCB-UJED en importantes proyectos de investigación en salud pública y fauna silvestre basados en el uso tecnologías de vanguardia

como lo es la secuenciación masiva de próxima generación. Recientemente, ha incursionado en la evaluación económica, social y productiva del impacto que genera la producción animal respecto a la huella hídrica, ecológica y ambiental en la Comarca Lagunera. Finalmente, otro aspecto que sin duda ha impactado es en la formación de Capital Humano en nuestro estado, es el haber gestionado los Convenios Marco para optar a la Titulación con Doble Grado entre la Universidad Autónoma Chapingo-URUZA (México) y la Universidad de Córdoba-Instituto de Estudios de Posgrado (España), primero a nivel Maestría (2012; Doce Graduados) y posteriormente a nivel Doctorado (2016; Tres Graduados, y contando).

Se preguntó al Dr. Meza por algunas sugerencias para mejorar la investigación en Durango, su respuesta plantea el contexto actual, un mundo hipercomplejo, desde una óptica geopolítica y geoeconómica, el reto que enfrenta México y nuestro estado es realmente masivo. Dicho entorno exige visiones, políticas y acciones claras, audaces y contundentes que optimicen el posicionamiento de nuestras instituciones, nuestras regiones y nuestro estado. De acuerdo con el Global Innovation Index (2024), EUA posee 25 de los principales 100 clusters de ciencia, tecnología, e innovación, seguidos por China (17), Alemania (10) y Japón (5). Al hablar de innovación ésta debería estar alineada prioritariamente a promover la movilidad social, como ocurre en las sociedades nórdicas, - Dinamarca, Finlandia, Noruega, Suecia e Islandia-, las cuales son líderes globales. ¿Cuál es el común denominador que se destaca en dichos países?; políticas de gobierno que privilegian la ciencia y la innovación y que aseguran el acceso a una educación de calidad, equitativa, e incluyente. Debe quedar muy claro: la ciencia y la innovación favorecen la capilaridad social, crean oportunidades, desactivan inequidades económicas y sociales y promueven la movilidad social, esto hace indispensable que instituciones e investigadores

asentados en las diversas regiones de nuestro estado, desde las forestales, mineras, agrícolas, pecuarias, agroindustriales, tecnológicas y de servicios, comprendamos el rol central que la ciencia y la innovación deben tener en la propuesta de proyectos para detonar el desarrollo social y económico, minimizando el impacto ambiental, y promoviendo la movilidad social; ciencia e innovación tienen un rol central para lograr dichos objetivos. ¿Qué se debe privilegiar en Durango para mejorar la investigación? Fortalecer el sistema educación-innovación-ciencia, la digitalización, la infraestructura, la conectividad y la sustentabilidad ambiental. A nivel individual, las acciones de liderazgo, emprendimiento, creatividad, equidad, inclusión, responsabilidad social y ambiental, e innovación deben formar parte nuestro día a día.

Indudablemente, vivimos una realidad hipercompleja, generada inicialmente por las condiciones pospandémicas del COVID-19 y magnificada por la recesión económica y financiera que ha generado el reto del bloque euroasiático, principalmente Rusia, China e India, a la hegemonía unipolar occidental, USA-Europa, aunque éste último bloque ya fracturado irremediablemente con la versión Trump 2.0. Mientras que se observa un injustificable costo en la pérdida de vidas humanas, destrucción de infraestructura vital y un brutal costo económico generado en la guerra entre Ucrania (v.g., EUA-OTAN) y Rusia, en forma distante e inteligente, el milenario dragón asiático astutamente apuesta más por un ataque geoeconómico-tecnológico (v.g., DeepSeek). En medio de todo esto nos encontramos nosotros, es la realidad que vivimos, y que afectará irremisiblemente los años por venir. La conformación de dicho escenario de choque de bloques geopolíticos y geoeconómicos no debe dejar mucho espacio para dudas; no tenemos muchas opciones, nos debe quedar claro que la ciencia y la innovación en Durango no deben ser posibilidades sino destino.

# ACTIVIDADES COCYTED

## SEXTO CONCURSO CRECIENDO CON CIENCIA

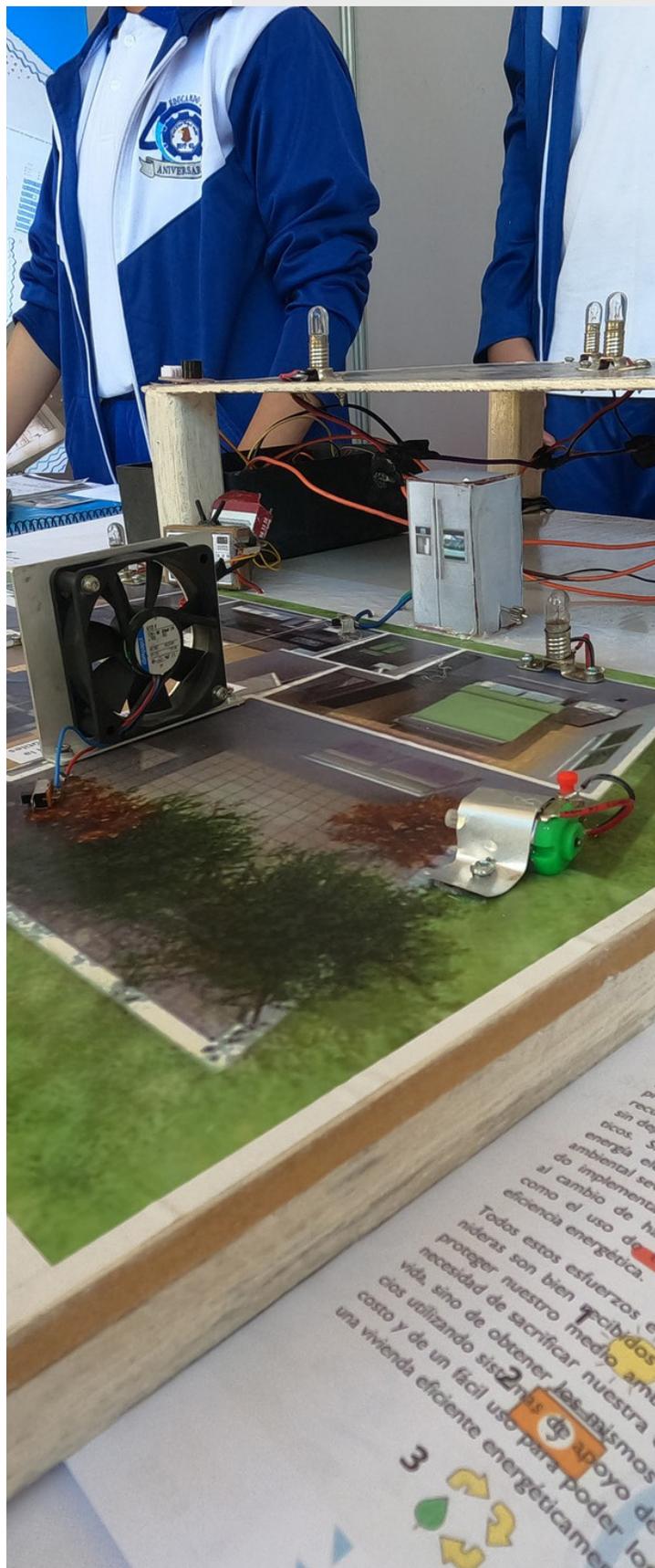
**E**l 12 de Junio se llevó a cabo el Sexto Concurso Creciendo con Ciencia 2024 - Nivel Secundaria, donde se presentaron niñas y niños de diferentes partes de nuestro Estado con la intención de hacer visibles las actividades y proyectos científicos y tecnológicos que realizan en sus escuelas y comunidades. Desde muy temprano los estudiantes y sus asesores ya comenzaban a montar sus proyectos en el Pasillo de los Números del Museo Interactivo Bebeleche. Se realizó la Ceremonia de Inauguración de actividades donde contamos con la presencia de nuestras

autoridades en materia Educativa y de Ciencia y Tecnología; la encargada de dar arranque a estas actividades fue la Maestra Silvia Rascón, quien distinguidamente representó a nuestro Secretario de Educación, el Dr. Guillermo Adame, así también el Director General del COCyTED, el Dr. José Betancourt, fue quien ofreció las palabras de bienvenida y ánimo a los participantes compartiendo la visión que la actual Administración de nuestro Gobernador el Dr. Esteban Villegas Villarreal tiene en tema de Ciencia y Tecnología.



Fueron evaluados 15 proyectos presentados por Colegio España Centro, Instituto Cumbres Durango, Instituto Francés La Salle, Secundaria Técnica No. 1, Secundaria Técnica No. 7, Secundaria Técnica No. 57, Secundaria Técnica No. 62, Secundaria Estatal Valle del Guadiana, Secundaria Lic. Benito Juárez T.M. y la Secundaria Humanista Erich Fromm.

Los proyectos ganadores de esta edición de Creciendo con Ciencia son ETI-KIT Juventud Fresca como primer lugar, Iguales, Hagamos la diferencia como segundo lugar y Raíces Líquidas como tercer lugar, a ellos y a todos los participantes muchas ¡¡FELICIDADES!!



# CEREMONIA DE ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS DEL SEI

El pasado 9 de Julio se llevó a cabo la ceremonia de entrega de reconocimientos del Sistema Estatal de Investigadores, misma en donde nuestras autoridades en materia Educativa y de Ciencia y Tecnología; iniciaron con el evento el Dr. Francisco Ibarra Guel, quien distinguidamente representó a nuestro Secretario de Educación, el Dr. Guillermo Adame, así también el Director General del COCyTED, el Dr. José Betancourt, fue quien ofreció las palabras de bienvenida a los investigadores galardonados.

El Sistema Estatal de Investigadores (SEI) tiene como objeto reconocer públicamente además de estimular el desempeño de los integrantes de la comunidad científica del estado de Durango, así como promover e impulsar las actividades científicas y tecnológicas, propiciando el incremento de la productividad, el mejoramiento de la calidad y su participación en la formación de nuevos investigadores que colaboren en el desarrollo del Estado, así como la consolidación de los ya existentes. En la Ceremonia de entrega de reconocimientos y estímulos del SEI 2024 que se realizó en el Auditorio del Hospital 450, fueron entregados 117 estímulos económicos y reconocimientos a Investigadores e Investigadoras Estatales y 74 reconocimientos a Investigadores e Investigadoras Estatales Honoríficos



# TALLER DE INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA E IMPRESIÓN 3D

Este taller brindó una experiencia educativa que estimuló la creatividad y la curiosidad mientras el estudiante desarrolla habilidades clave como la resolución de problemas, la programación y el trabajo en equipo al final, a través de la construcción y programación de robots, promovió su capacidad de adaptación, y su pasión por la ciencia y la tecnología.

Este taller fue impartido durante el verano en los municipios de Durango y Gómez Palacio, mismo que recibió a más de 100 niñas y niños que disfrutaron de las prácticas con el equipo de impresión 3D y componentes para crear algunas máquinas sencillas.



¡ F E L I C I D A D E S !



ANIVERSARIO  
DE LA FUNDACIÓN DE  
**DURANGO**



# ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

## SIMBIÓTICO DE MEMBRILLO, MANZANA Y PROBIÓTICOS: EFECTO SOBRE LA PROTECCIÓN GÁSTRICA EN UN MODELO DE DEPORTISTAS DE ALTO RENDIMIENTO

Manjarrez Juanes<sup>1</sup>, Moreno Jiménez<sup>1</sup> y Macías Salas<sup>2</sup>

1 Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica. TecNM/Instituto Tecnológico de Durango.

2 Instituto Mexicano del Seguro Social. Departamento de patología.

Email: mrmoreno@itdurango.edu.mx

**E**l deporte de alto rendimiento, por definición es aquel que sobrepasa los límites de las capacidades físicas de quienes lo practican, lo que a largo plazo produce un detrimento de la salud. La práctica de este tipo de deporte incluye largas jornadas de entrenamiento de entre 4 a 6 días a la semana, con una duración estimada de 2 a 6 horas diarias, debido a que se practica con altas exigencias de preparación y entrenamiento permite al deportista participar en preselecciones y selecciones de competencias nacionales e internacionales. En este tipo de deporte podemos destacar al maratón, ciclismo, natación, entre otros [1]. Cuando el deportista se ejercita durante periodos prolongados se genera en el tracto gastrointestinal el proceso de isquemia o hipoperfusión esplácnica, ésta es una condición fisiopatológica que afecta al estómago, debido a que al disminuir el flujo sanguíneo en la parte del tejido subepitelial se genera la disminución del moco que recubre el epitelio, permitiendo la interacción entre el ácido clorhídrico (jugo gástrico) presente en el estómago y las sales biliares, lo que provoca un

desgaste en los tejidos y por lo tanto, conduce a una lesión severa en la barrera epitelial. Este proceso induce a la inflamación local del tejido conocido como gastritis, activando la respuesta inflamatoria mediada por las citoquinas como el factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (TNF  $\alpha$ ), la interleucina 6 (IL 6), la ciclooxigenasa 2 (COX 2). Aunado a esto, el proceso de la reperfusión sanguínea que es generada con la restauración del flujo sanguíneo al estómago al terminar el entrenamiento, se produce un daño adicional al ocasionado por los procesos isquémicos, favoreciendo el aumento de la inflamación mediante la generación de un mayor número de citocinas inflamatorias (TNF  $\alpha$ , IL 6) y mediadores de la respuesta inmune como el óxido nítrico (NO) [2].

Los simbióticos son productos que contienen en su formulación probióticos y prebióticos, éstos en conjunto actúan de manera sinérgica para promover un estado de salud al huésped relacionada con la homeostasis de la microbiota gastrointestinal [3]. De manera específica se ha demostrado que los

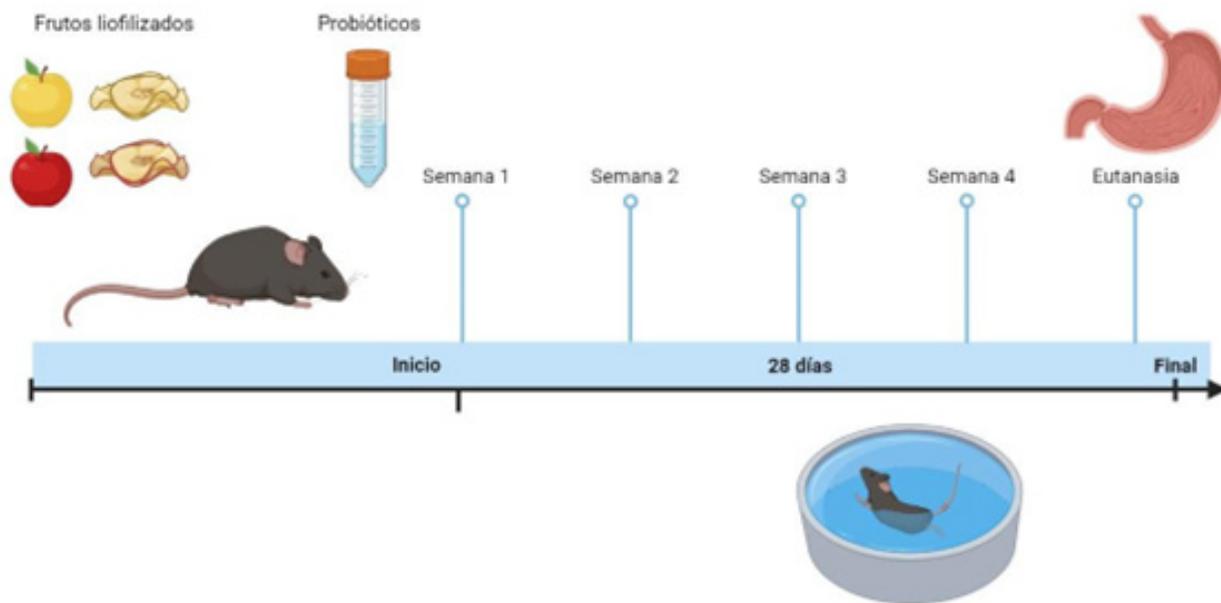


Figura 1. Modelo experimental de natación en murinos.

probióticos tienen efectos benéficos para varios trastornos gastrointestinales, como la diarrea, estreñimiento, dolor gastrointestinal superior, además de disminuir la inflamación y mantener un equilibrio de la microbiota intestinal. Mientras que los prebióticos, son moléculas de gran tamaño cuya función es ser un sustrato utilizado selectivamente por los microorganismos del huésped que confiere beneficios para la salud, entre estos se puede incluir frutas como la manzana y membrillo que en su composición fitoquímica son una adecuada fuente prebiótica debido a sus elevados contenidos en fibra y compuestos polifenólicos [4]. En la actualidad hasta un 80% de la población prefiere el consumo de productos con fines terapéuticos derivados de plantas y frutos como primera línea de atención sanitaria primaria que han mostrado eficacia, seguridad y efectividad para tratar estos malestares y con menos efectos secundarios tras el consumo constante (5). El objetivo del presente trabajo es establecer el efecto antiinflamatorio, antioxidante y gastroprotector generado por el consumo de probióticos, así como la evaluación del efecto sinérgico de la adición de fuentes prebióticas como manzana y membrillo a los

probióticos en un modelo de deportes de alto rendimiento. Se realizó un modelo de natación con ratones macho C57BL/6 de 10 semanas de edad (Figura 1), autorizado por el comité de ética de investigación CEI/TNM (CEI-003-2022-0301-009). Se realizó una mezcla homogénea de 5 cepas probióticas (*Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve* y *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus paracasei*) para obtener una concentración final de  $1 \times 10^{10}$ , se resuspendieron en agua para administrar a los ratones en  $200 \mu\text{L}$  vía gavage, se administraron 2 g de manzana y membrillo pulverizados de manera diaria a los ratones en comederos. Se tuvieron 4 grupos experimentales ( $n=10$ ), G1 control= alimento y agua, G2= alimento, agua y la administración de probióticos, G3= alimento, agua, probióticos y manzana, G4= alimento, agua, probióticos y el membrillo, a todos los grupos se les administró dextran sulfato sódico (DSS) al 1.5% en la semana 3 en el agua para promover el daño gástrico. En la semana 3 se sometieron a nado por 5 minutos al día durante 5 días consecutivos, en la semana 4 se pusieron a nadar los ratones hasta la extenuación, añadiendo un peso en la cola del 5% del peso corporal del ratón para

garantizar el proceso. El último día posterior al de ejercicio hasta la extenuación se realizó la eutanasia de los ratones en donde se tomó el tejido gástrico para posteriores análisis. A partir del tejido gástrico se obtuvieron homogenados proteicos y se determinaron por inmunodetección biomarcadores inflamatorios (TNF  $\alpha$ , IL 6 y COX 2), antiinflamatorios (IL 10), los asociados a gastroprotección (COX 1) y el factor de crecimiento epidérmico (EGFR). Se determinó el estrés oxidativo mediante técnicas de espectrofotometría se determinó las enzimas antioxidantes catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPx), además de la cuantificación del óxido nítrico (NO).

De acuerdo a los resultados obtenidos, la realización de la natación promueve procesos inflamatorios, estrés oxidativo y daño en el epitelio gástrico, y el consumo de los probióticos, simbióticos de manzana/probióticos y membrillo/probióticos mostraron correlaciones positivas (rosa) y correlaciones negativas (azul) dependiendo del tratamiento sobre los biomarcadores de daño y protección gástrica (Figura 2). El grupo que consumió los probióticos se una notable disminución de marcadores asociados a inflamación (TNF  $\alpha$ , IL 6 y COX 2) y a estrés oxidativo (Cat y GPx), además del aumento de marcadores antiinflamatorios y gastroprotectores (IL 10, COX 1 y NO) (Figura 2a). Estos resultados se relación con la capacidad que tiene las cepas probióticas como *Bifidobacterium longum*, *B. breve*, *B.bifidum*, *L. casei* y *L. paracasei* para modular la microbiota intestinal y está a su vez generar una respuesta inmunológica.

Por otra parte, al co-administrar como producto simbiótico a las cepas probióticas y membrillo o manzana se observa un efecto diferencial relacionado con la composición de la fruta principalmente por el contenido de fibra y compuestos fenólicos. Para el caso del consumo de simbiótico de manzana y probióticos, se observa que este principalmente promueve una protección de la integridad intestinal al generar el aumento en la producción de NO (Figura 2b) este efecto se relaciona con compuestos polifenólicos como la rutina, la cual se ha descrito, promueve la modulación positiva. Mientras que el consumo del membrillo y cepas probióticas promovió un efecto sinérgico al promover una mayor disminución del proceso inflamatorio, estrés oxidativo, además de promover la regeneración del epitelio gástrico al aumentar el factor de crecimiento epidérmico (EGFR),

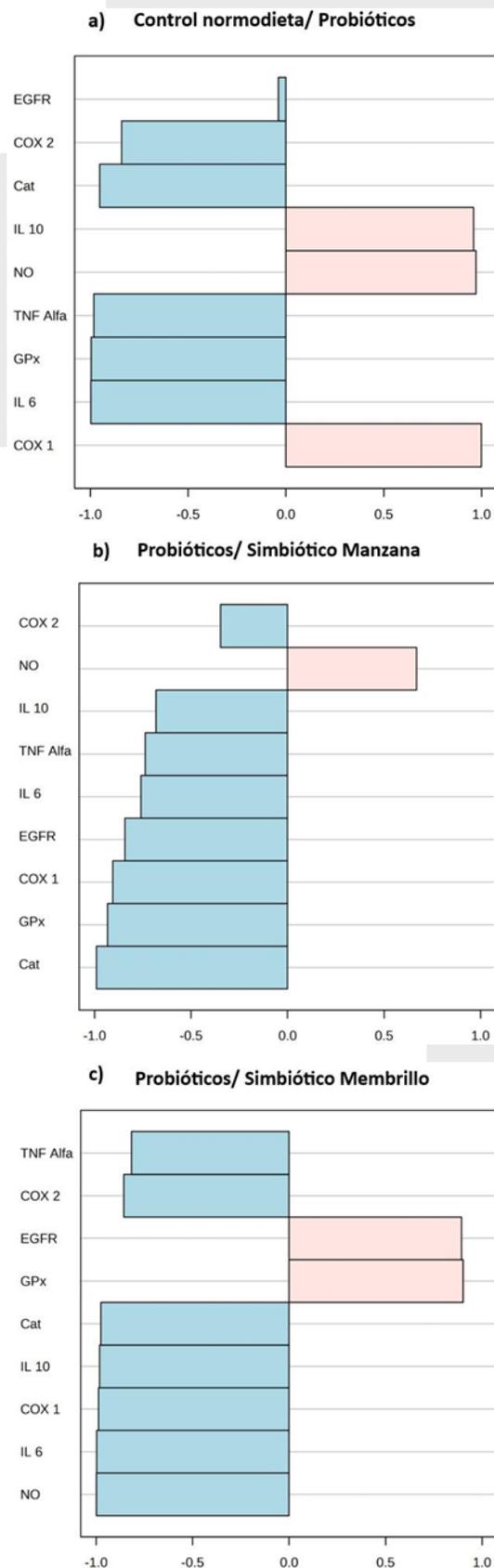


Figura 2. Correlación de las variables de efecto en los tratamientos.

proteína que por lo general se afecta o disminuye durante el proceso de isquemia y reperfusión generada durante la natación (Figura 2b). En conjunto estos resultados se promovieron por el contenido de fenoles y flavonoides presentes en el membrillo como el ácido clorogénico, ácido cafeico, la catequina, epicatequina y el kaempferol-3- O- glucósido, los cuales se han descrito tienen la capacidad de modular los procesos inflamatorios, además de favorecer los mecanismos antioxidantes y gastroprotectores antes descritos.

En conclusión, la práctica de deporte de alta resistencia genera un proceso inflamatorio, aumento de estrés oxidativo y desgaste del epitelio a nivel gástrico, la administración de probióticos puede disminuir estos procesos. Sin embargo, los efectos antes descritos se ven potenciados con el consumo del membrillo, por lo que se sugiere que durante la práctica de ejercicios de alto rendimiento se consuma de manera conjunta como producto simbiótico (membrillo/probióticos) para promover la salud gástrica.

## Referencias

1. Bessa, A. L., Oliveira, V. N., Agostini, G. G., Oliveira, R. J., Oliveira, A. C., White, G. E., Wells, G.D., Teixeira, D. N. S. & Espindola, F. S. (2016). Exercise intensity and recovery: biomarkers of injury, inflammation, and oxidative stress. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 311-319. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828f1ee9>
2. Raish, M., Ahmad, A., Ansari, M. A., Alkharfy, K. M., Aljenoobi, F. I., Jan, B. L., Al-Mohizea, A.M., Khan, A. & Ali, N. (2018). *Momordica charantia* polysaccharides ameliorate oxidative stress, inflammation, and apoptosis in ethanol-induced gastritis in mucosa through NF- $\kappa$ B signaling pathway inhibition. *International Journal of Biological Macromolecules*, 111, 193-199. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.008>
3. Florowska, A., Hilal, A., & Florowski, T. (2022). Prebiotics and synbiotics. In *Probiotics* (pp. 19-37). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85170-1.00018-X>
4. Herrera-Rocha, K. M., Rocha-Guzmán, N. E., Gallegos-Infante, J. A., González-Laredo, R. F., Larrosa-Pérez, M., & Moreno-Jiménez, M. R. (2022). Phenolic Acids and Flavonoids in Acetonic Extract from Quince (*Cydonia oblonga* Mill.): Nutraceuticals with Antioxidant and Anti-Inflammatory Potential. *Molecules*, 27(8), 2462. <https://doi.org/10.3390/molecules27082462>
5. Panda, V., & Sonkamble, M. (2012). Anti-ulcer activity of *Ipomoea batatas* tubers (sweet potato). *Functional Foods in Health and Disease*, 2(3), 48-61. <http://doi.org/10.31989/ffhd.v2i3.99>



# Se parte del programa de **Visitas Guiadas**



Mayor información a los  
teléfonos: 618 8133528 y 8129238  
y al correo:  
[cocyted.divulgacioncientifica@gmail.com](mailto:cocyted.divulgacioncientifica@gmail.com)





**COCYTED**  
CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE DURANGO

**REDES  
TEMÁTICAS DE  
INVESTIGACIÓN**



**20** CONVOCATORIA  
**REDES**  
**24** TEMÁTICAS DE  
**INVESTIGACIÓN**

**CIERRE DE CONVOCATORIA: 27 DE JUNIO DE 2024\***

**PUBLICACIÓN DE RESULTADOS A PARTIR DEL 27 DE SEPTIEMBRE DE 2024**

# EL INJERTADO: UNA OPCIÓN PARA CLONAR PINOS

Pérez Luna<sup>1</sup>, Prieto Ruíz<sup>2</sup>, Hernández Díaz<sup>3</sup>, Wehenkel<sup>3</sup>

1 Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales.

Universidad Juárez del Estado de Durango (PIDCAF-UJED)

2 Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango (FCF-UJED)

3 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango (ISIMA-UJED).

Email: jprieto@ujed.mx

**En** México cada año se producen casi seis millones de metros cúbicos de madera en rollo, pero la demanda nacional de productos derivados de la madera es superior a 24 millones de metros cúbicos de madera en rollo por año (1). Esta situación es cada vez más crítica debido a que anualmente se pierden cerca de 90,000 hectáreas de bosques y selvas (según lo sucedido durante el período 2007-2011); las causas de esas pérdidas son: incendios forestales, plagas, enfermedades, cambios de uso de suelo, sobreexplotación y cambio climático (2). Para contrarrestar esa deforestación, una opción es establecer plantaciones forestales comerciales, para obtener materia prima para la industria forestal maderera y así reducir la presión de la extracción de madera a los bosques naturales.

Para lograr plantaciones forestales comerciales exitosas se requiere semilla de alta calidad genética, la cual puede producirse en huertos semilleros asexuales, que a su vez son plantaciones generadas a partir de injertos, como se hace en los huertos de manzano y otros frutales. Un injerto es la unión exitosa de una púa y un patrón; la púa es una vareta que contiene yemas y se obtiene de la parte del último

crecimiento de las ramas de árboles superiores (de mejor calidad genética) que existen en el bosque, mientras que el patrón es otra planta ya enraizada que soportará y proveerá de agua y nutrientes al nuevo individuo (injerto); el patrón se produce en un vivero, controlando su calidad y características para que se adapte al sitio de plantación. En especies de pino las técnicas de injertado más utilizadas son: enchapado lateral y fisura terminal.

## Condiciones ambientales

Los injertos de pino pueden realizarse en un invernadero con cubierta de plástico y protegido con una malla sombra al 60%. Lo ideal es lograr condiciones controladas de temperatura entre 10 y 26 °C y humedad relativa entre 50 y 70%.

## Características de los patrones

En la etapa final de crecimiento, al menos dos años antes del injertado, los patrones deben colocarse en bolsas negras de polietileno de 5 litros, usando como sustrato una mezcla de tierra de monte y corteza de pino composteada, en partes iguales; también, se puede usar algún otro sustrato, pero debe ser suave y poroso, sin que se compacte. Es recomendable agregar fertilizante de lenta liberación, en dosis de 8 a 10 gramos

por litro de sustrato. Los patrones de pino a injertar deben medir entre 60 y 100 cm de altura, la cual se alcanza entre los 3 y 4 años de edad de la planta, dependiendo de la especie. Esta altura permite que entre los 20 y 50 cm de altura el grosor del patrón sea similar al grosor de la púa o yema a injertar.

## Colecta de las púas

Las púas que contienen una o más yemas deben cortarse al final del invierno, un día antes del injertado. Dichas púas se cortan de la punta de las ramas de los árboles superiores seleccionados, usando tijeras de podar o un corta conos. Cada púa debe medir unos 20 cm de largo. Una vez cortadas, las púas se colocan en un cajón de plástico que contenga aserrín fresco y húmedo para evitar que las yemas se deshidraten; se recomienda mojar el aserrín con una solución de fungicida hidrosoluble en dosis de 2 gramos por litro de agua, para evitar la contaminación de las púas por hongos; cuando hace mucho calor puede ponerse hielo en los cajones. Las púas se mantienen ahí hasta el injertado al siguiente día.

## Injertado de enchapado lateral.

Consiste en unir lateralmente la púa con el patrón, a la altura donde coincidan los diámetros de ambas partes; para ello, en el patrón se realiza un corte longitudinal lateral de 5 a 10 cm para permitir el contacto del cambium del patrón con el de la púa (Figura 1a). Este corte debe hacerse de arriba hacia abajo, dejando en la parte inferior del corte una hendidura de aproximadamente 1 cm de ancho. En la base de la púa se realiza un primer corte longitudinal de 5 a 10 cm y paralelo al cambium (Figura 1b), procurando la mayor similitud posible con el tamaño y forma del corte del patrón para lograr un empate eficiente (Figura 1c); un segundo corte en la púa se realiza en el lado opuesto

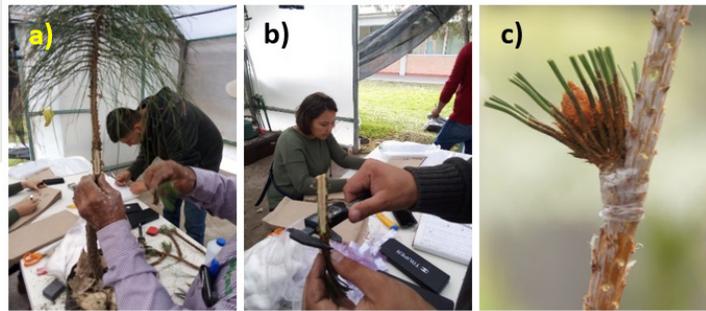


Figura 1. Injerto de enchapado lateral. a) Corte patrón. b) Corte longitudinal de púa. c) Empate del injerto.

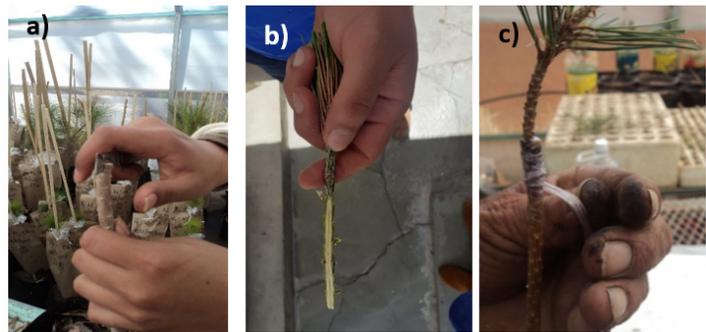


Figura 2. Injertado de fisura terminal. a) Corte longitudinal púa. b) Corte transversal y longitudinal patrón. c) Empate injerto.



Figura 3. Protección del injerto. a) Amarre y sellado. b) Microclima. c) Protección contra luz e identificación

al primero y en la parte inferior se juntan los dos cortes, terminando en forma de cuña.

## Injertado de fisura terminal.

En el patrón, con tijeras de podar se corta el tallo principal a la altura donde coincide su diámetro con el de la púa; después, en el centro del corte del patrón, con navaja se hace una hendidura de 5 a 10 cm de profundidad (Figura 2a), donde se incrusta la púa a la cual previamente se le hacen dos cortes en caras opuestas, de 5 a 10 cm de longitud y con terminación en punta (Figura 2b), buscando empatar los cambium del patrón y la púa (Figura 2c).

**Finalización del injertado.**

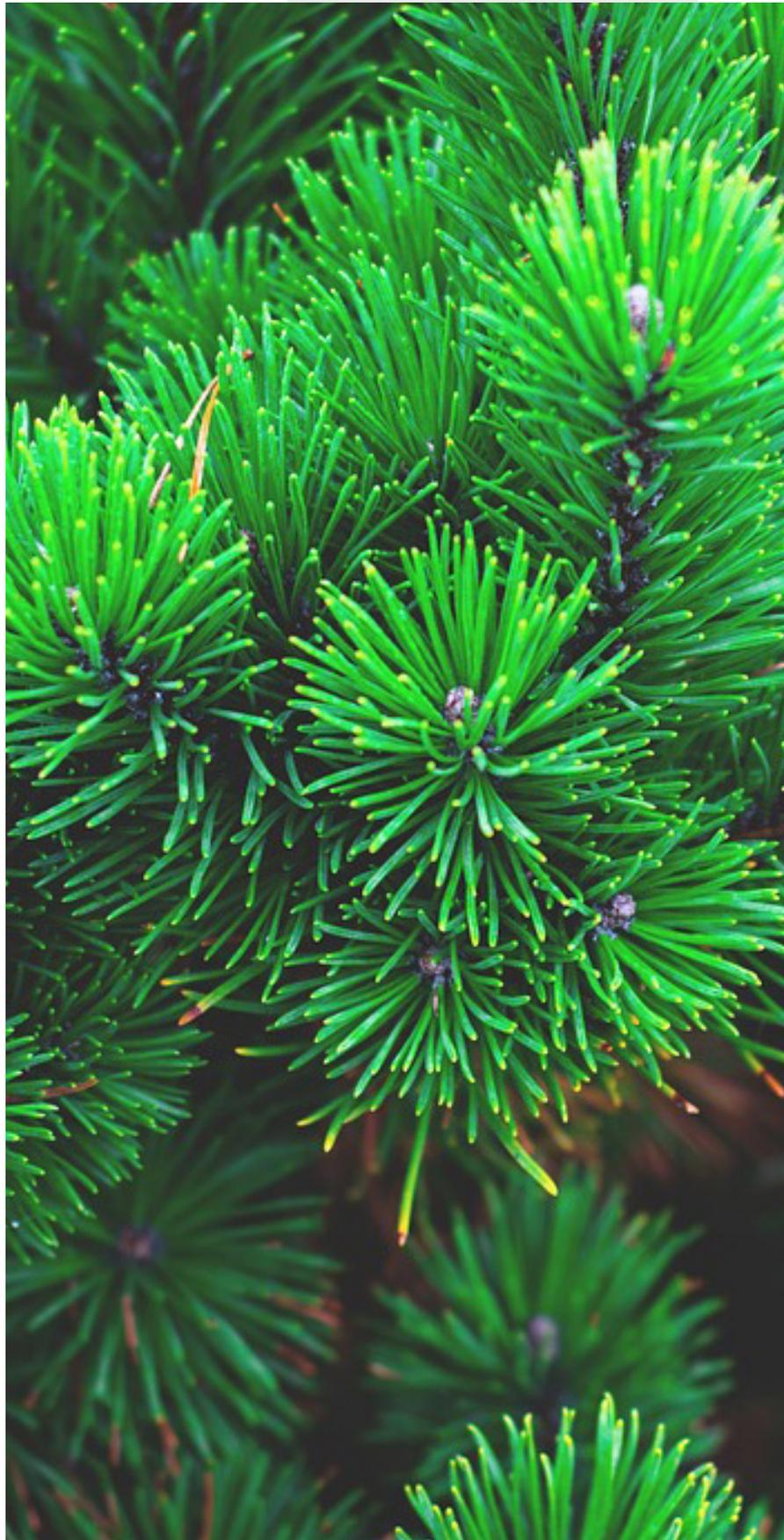
En ambas técnicas, una vez realizados los cortes, para conseguir la unión adecuada entre la púa y el patrón se realiza un amarre con hule cristal y se aplica pintura vinílica con fungicida; la finalidad es inmovilizar el injerto y protegerlo de la humedad para evitar la posible contaminación por hongos (Figura 3a).

Después, para generar un microclima y evitar la muerte por desecación, alrededor del injerto se coloca una bolsa de plástico con un poco de agua, sin que la bolsa ni el agua tengan contacto con el área del injerto ni con la púa o la yema (Figura 3b). Otro aspecto importante es proteger de la luz directa el área de injertado, para lo cual, encima de la bolsa del microclima se coloca una bolsa de papel estraza (Figura 3c).

Finalmente, para mantener los injertos y favorecer su desarrollo se aplican dos a tres riegos por semana con fertilizante hidrosoluble, en dosis de 1 a 2 g por litro de agua. Luego, aproximadamente a los 30 días después del injertado, se retira la bolsa de papel estraza, y después de 15 días más se elimina la bolsa de plástico que contiene el agua.

**Referencias**

1. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2017). Anuario estadístico de la producción forestal 2017. Ciudad de México, México.
2. CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2019). Estado que guarda el sector forestal en México. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/7743Estado%20que%20Guarda%20el%20Sector%20Forestal%20en%20Mexico%202019.pdf> (Noviembre 2020).

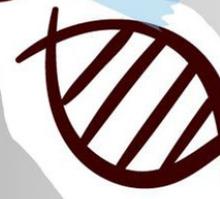
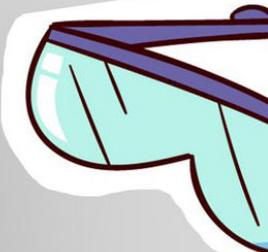
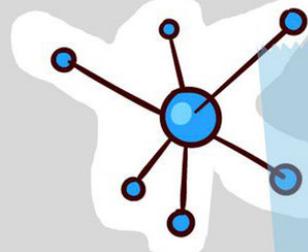




**COCYTED**

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE DURANGO

**EL CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE DURANGO  
TE INVITA A PARTICIPAR EN:**



**DESARROLLO DE  
VOCACIONES CIENTÍFICAS:**

**LA NIÑA, EL NIÑO  
Y LA MUJER EN  
STEM**

**LABORATORIOS DE PUERTAS ABIERTAS**  
CONSULTA [WWW.COCYTED.GOB.MX](http://WWW.COCYTED.GOB.MX)



# COCYTED

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE DURANGO

El Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango y el Instituto Tecnológico de Durango, invitan a docentes, investigadores, académicos, tecnólogos y estudiantes de posgrado, de instituciones de educación superior, públicas y privadas del Estado de Durango, a participar en el

# Primer Diplomado en Investigación 2024.

El Diplomado constará de los siguientes Módulos

- Módulo 1. Metodología de la Investigación
- Módulo 2. Estadística y sus aplicaciones en investigación
- Módulo 3. Redacción Científica
- Módulo 4. Elaboración de Proyectos de Investigación
- Módulo 5. La Inteligencia Artificial en la Investigación

Consulta la información completa en:

[www.cocyted.gob.mx](http://www.cocyted.gob.mx)

Haz tu registro en: <https://forms.gle/2GccgpJx6qtNj5Y86>



# RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DEL MEZCAL: ¿QUÉ SON Y SU POTENCIAL?

Conteras Hernández Gorety<sup>1\*</sup>; Valle Cervantes Sergio<sup>1</sup>, Rodríguez Rosales María Dolores Josefina<sup>1</sup>  
Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica, Tec. NM. Instituto Tecnológico de Durango.  
Email: mgorety@itdurango.edu.mx

**D**urango se encuentra entre los cuatro principales estados productores de mezcal, por lo que la elaboración de esta bebida a partir de agave es una actividad económica de importancia, principalmente para los municipios de Durango, Nombre de Dios y el Mezquital.

¿Qué es el mezcal? Es una bebida alcohólica tradicional que se produce a partir del Agave, y aquí en Durango es producido de manera artesanal en unos lugares denominados Vinatas. El proceso de producción se lleva a cabo en cuatro etapas principales: cocción, molienda, fermentación y destilación. De estas etapas, la fermentación es primordial, ya que en este paso los microorganismos transforman los azúcares en etanol y otros metabolitos secundarios que dan sabor y olor, atribuido en gran parte a la composición química del mezcal<sup>1</sup>.

El Agave, planta que es utilizada para la elaboración de esa bebida, es nativa de México, y está compuesta de hojas y piña principalmente. Este género es uno de la extensa familia Agavacea y existen unas doscientas variedades de esta, entre las más conocidas se encuentra: Agave tequilana, Agave americana, Agave salmiana, Agave angusifolia y el más reconocido en la región, el Agave durangensis. Gracias a su metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM) puede sobrevivir bajo condiciones

extremas y producir una gran variedad de compuestos de interés por el estrés al que se enfrentan día con día. Este metabolismo permite disminuir el consumo total de agua y transpiración, ya que se produce la absorción de CO<sub>2</sub> durante la noche. Asimilando el azúcar por la fotosíntesis durante el día. Y abriendo sus estomas para liberar menos cantidad de agua por la noche. De esta manera, las especies de agave tienen una baja demanda de nutrientes y un uso eficiente de agua, en comparación a otras plantas.

De manera general, la composición de las plantas de agave es humedad 60%, carbohidratos 25%, fibra y medula 10%, sales minerales 2.5% y de otros componentes (2.5 %) mayoritarios dentro de los cuales se encuentran la celulosa (40-80%), hemicelulosa (10%) y lignina (5-25%).

En la actualidad, la producción y el consumo de mezcal están recobrando espacios importantes en la cultura de México y en algunos lugares del mundo, se le reconoce como la bebida más mexicana, y en la categoría de bebidas espirituosas es una de las más puras (Consejo Mexicano de Productores de Maguey Mezcal, 2009). Por lo que ha aumentado significativamente su producción, debido a la alta demanda nacional como internacional, lo que ha generado una alta generación de residuos agroindustriales, que están ocasionando problemas ambientales. Pero ¿qué son los residuos agroindustriales? En general, todo proceso industrial tiene la generación de subproducto o mejor conocidos



Figura 1. Principales residuos agroindustriales del proceso del mezcal

como "residuos agroindustriales", los cuales se definen como materias originadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado, en el contexto en que se producen, ningún valor económico; ello puede deberse tanto a la falta de tecnología adecuada para su aprovechamiento, como a la inexistencia de un mercado para los productos recuperados.

Entre los principales residuos agroindustriales se encuentra las hojas de agave, bagazo y vinaza del fermentado de producción del mezcal. Las hojas se generan en la etapa de jimado, ya que para la obtención de la piña se requiere retirar todas las hojas, quedando como residuo, las cuales representan el 50% de la planta. El bagazo, el cual se genera en la etapa de la molienda, donde la piña ya cocida es triturada generando el jugo llamado mosto, este pasa a las tinas de fermentación y bagazo como segundo residuo agroindustrial. Por último, la vinaza, siendo el producto residual de la destilación del mosto (Figura 1).

La generación anual de estos residuos (bagazo y hojas) en México se ha estimado en tres mil seiscientas toneladas en peso fresco y entre catorce y veinte siete millones de litros de vinaza,

de las cuales se estima que el 80% es descargado en los cuerpos de agua. La composición de los residuos de manera general es humedad, carbohidratos, fibra, sales minerales y parte lignocelulósica (celulosa, hemicelulosa y lignina) principalmente. Al igual, también se encuentra la presencia de compuestos fitoquímicos (terpenos, taninos, flavonoides, ácidos fenólicos y saponinas)<sup>2</sup>.

La vinaza presenta una alta carga de demanda química de oxígeno (DQO/L) (70,000–150,000 mg/L), valores extremadamente elevados de demanda bioquímica de oxígeno (DBO/L) (35,000–50,000 mg O<sub>2</sub> / L), sales minerales que se reflejan en la conductividad electrolítica (250–300 dS m<sup>-1</sup>) y ceniza, pero se han encontrado alcoholes, ácidos, furanos, alcanos, aldehídos, ésteres, cetonas, fenoles y piranos<sup>3</sup>.

Ahora bien, la presencia de estos residuos en el ambiente trae un fuerte impacto ambiental, ya que están ocasionando contaminación en los diferentes recursos naturales. Por lo que investigadores se han dado a la tarea de hacer uso de las diferentes herramientas biotecnológicas y poder encontrar y dar una aplicación de uso a estos residuos y así darles un valor agregado

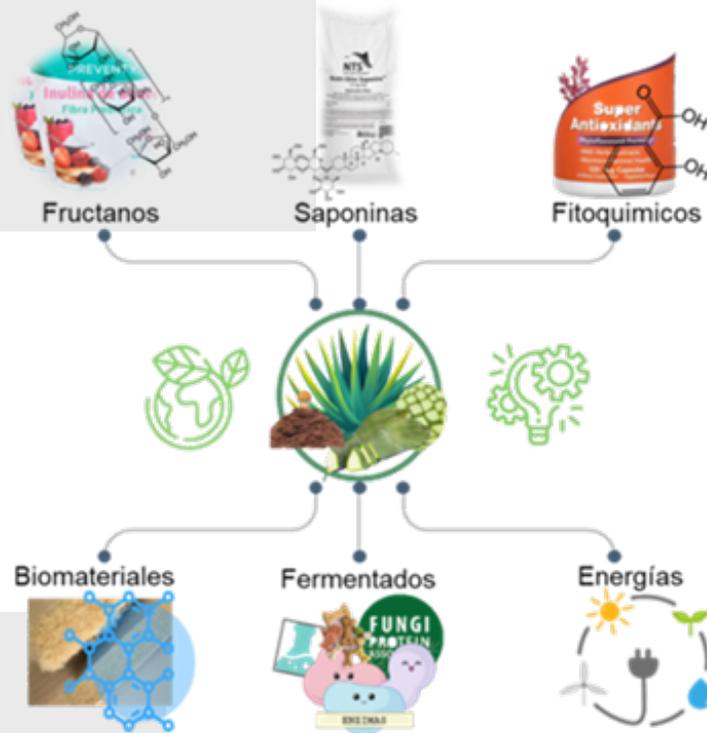


Figura 2. Principales aplicaciones de los residuos agroindustriales del proceso del mezcal

eficiente y contribuir a una mejor economía circular y desarrollos sustentable (Figura 2).

Gracias a su gran diversidad de componentes, los agaves son valiosos particularmente por sus azúcares, conocidos como fructanos, de los cuales existen distintos tipos: inulina, lévianos, inulina neo-serie y agavinas. Las hojas de agave son un claro ejemplo de emplearlas para poder extraer estos tipos de azúcares y poder aprovecharlos como aditivos en los alimentos, ya que estudios demuestran que son una rica fuente de prebióticos<sup>4</sup>. Otros componentes presentes en las hojas de agave son las saponinas, compuestos químicos naturales que se encuentran en varias especies de plantas de agave y que se pueden aprovechar para la elaboración de detergentes por sus propiedades surfactantes, pero también como agente natural de control de plagas y fungicida en el área de la agricultura. Por otro lado, gracias a sus altos contenidos de flavonoides y ácidos fenólicos (hojas de agave) es viable para su uso como suplemento alimenticio, investigadores han reportado su alta capacidad

antiinflamatoria, antioxidante y anticancerígeno.

El bagazo y hojas se pueden emplear para elaborar biomateriales adsorbentes que permitan remover diferentes contaminantes presentes en el agua, tales como colorantes, metales, fluoruros, etc., y todo esto es posible, gracias a la presencia de celulosa, hemicelulosa y lignina, que disponen de diferentes grupos activos que facilitan este proceso. Estos residuos también se pueden emplear como fuentes de carbono y minerales para diferentes microorganismos y poder obtener productos de interés industrial como son proteínas, enzimas o compuestos bioactivos, que posteriormente se pueden adicionar a diferentes procesos alimenticios tanto para humanos como para dietas animales. Por otra parte, la vinaza y bagazo, pueden ser utilizados para la producción de biogás a través de la digestión anaerobia. Y posteriormente, el biogás resultante puede ser convertido en energía térmica o eléctrica, reduciendo la dependencia de fuentes de energía tradicionales y aprovechando los subproductos de manera sostenible.

Todas las características biológicas de los agaves y capacidad de adaptación y supervivencia, convierten a los residuos del proceso del mezcal en un reservorio de información de gran interés científico y biotecnológico.

### Referencias

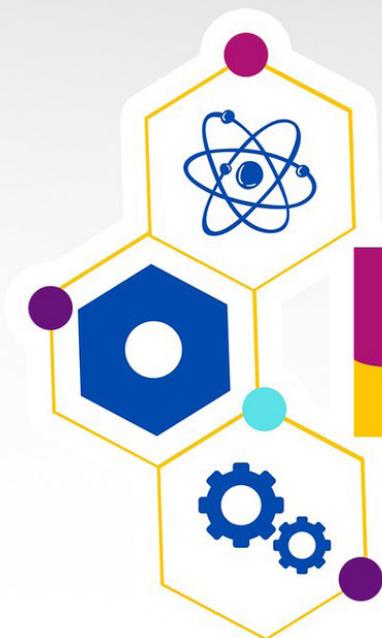
1. Rutiaga-Quiñones, O. M.; Córdova, É.; Martell-Nevárez, M. A.; Guillamón, J. M.; Rozès, N.; Páez, J. Volatile Compound Production in Agave Duranguensis Juice Fermentations Using Four Native Yeasts and NH<sub>4</sub>Cl Supplementation. *Eur. Food Res. Technol.* 2012, 235 (1), 29–35. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1729-4>.
2. Contreras-Hernández, M. G.; Ochoa-Martínez, L. A.; Rutiaga-Quiñones, J. G.; Rocha-Guzmán, N. E.; Lara-Ceniceros, T. E.; Contreras-Esquivel, J. C.; Prado Barragán, L. A.; Rutiaga-Quiñones, O. M. Effect of Ultrasound Pre-Treatment on the Physicochemical Composition of Agave Durangensis Leaves and Potential Enzyme Production. *Bioresour. Technol.* 2018, 249, 439–446. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.10.009>.
3. Rodríguez-Félix, E.; Contreras-Ramos, S.; Davila-Vazquez, G.; Rodríguez-Campos, J.; Marino-Marmolejo, E. Identification and Quantification of Volatile Compounds Found in Vinasses from Two Different Processes of Tequila Production. *Energies* 2018, 11 (3), 490. <https://doi.org/10.3390/en11030490>.
4. Mancilla-Margalli, N. A.; López, M. G. Water-Soluble Carbohydrates and Fructan Structure Patterns from Agave and Dasyliirion Species. *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54 (20), 7832–7839. <https://doi.org/10.1021/jf060354v>.



**SEED**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
DEL ESTADO DE DURANGO



**COCYTED**  
CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE DURANGO



**FEMECI**

Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías

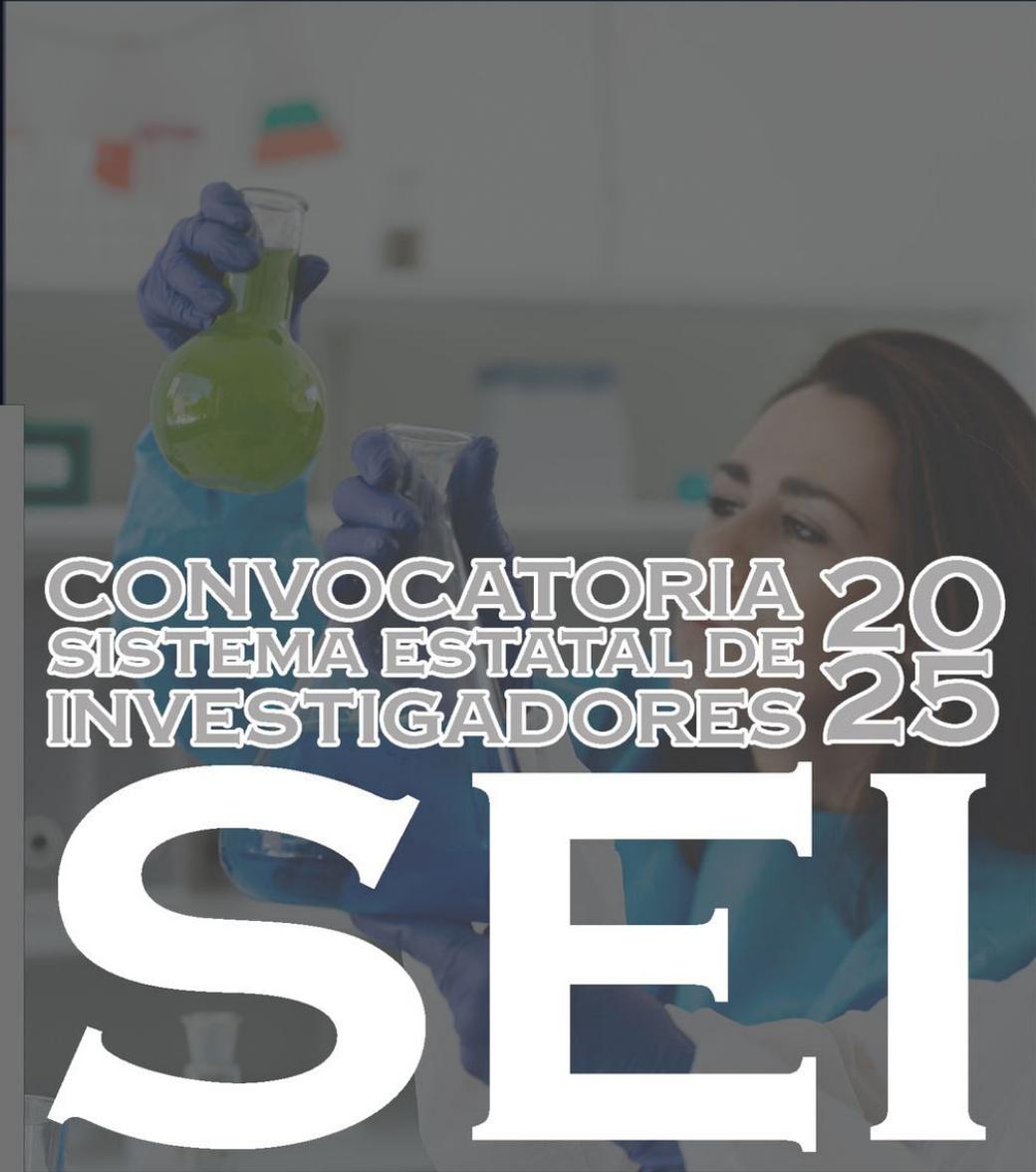
**¡CONVOCATORIA ABIERTA!**

Cierre de registro  
Jueves 24 de octubre

Exposición:  
Jueves 31 de octubre  
Durango Capital



**En Durango,  
educamos  
con valor!**



CONVOCATORIA 20  
SISTEMA ESTATAL DE 20  
INVESTIGADORES 25

**SEI**

**CONVOCATORIA ABIERTA**

INGRESA A:  
[WWW.COCYTED.GOB.MX](http://WWW.COCYTED.GOB.MX)



2022 **DURANGO** 2028  
GOBIERNO DEL ESTADO

---

# COCYTED

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE DURANGO

