



# Congreso Virtual Internacional de Desarrollo Sustentable y Energías Alternativas



"Red Internacional de Investigación e Innovación para el Desarrollo Sostenible (RIIDS)."





Congreso Virtual Internacional de Desarrollo Sustentable y Energías Alternativas, número 1, enero – diciembre 2023, es una publicación anual editada por el Tecnológico Nacional de México, Avenida Universidad 1200, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03330, teléfono 5536002511 Ext. 65092, correo [d\\_vinculacion05@tecnm.mx](mailto:d_vinculacion05@tecnm.mx), a través del Instituto Tecnológico de Linares, Carretera Nacional Km 157, C.P. 67700. Linares, Nuevo León, México. Contacto: 8211267568, [depi\\_linares@tecnm.mx](mailto:depi_linares@tecnm.mx), <https://www.itlinares.edu.mx/revista.php> Editor Responsable: Ericka Maldonado Pesina. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2024-031313262700-102, ISSN: 2992-8745, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Comunicación y Difusión, Catalina Martínez García, Carretera Nacional Km 157, C.P. 67700. Linares, Nuevo León, México. Fecha de la última modificación: 23 de mayo de 2023.

Queda prohibida la reproducción total o parcial en cualquier medio, del contenido de la presente revista electrónica, sin contar con la autorización del Instituto Tecnológico de Linares.

## Comité organizador

Ing. Heriberto Herrera Colocía  
Presidente Honorario del Congreso  
**Director del Instituto Tecnológico de Linares**

M.E. Avigail Azucena Galnarez Anguiano  
Vicepresidenta del comité  
**Subdirectora Académica del Instituto Tecnológico de Linares**

Lic. María Elizabeth Vallejo Ramos  
Vicepresidenta del comité  
**Subdirectora de Planeación y Vinculación del Instituto Tecnológico de Linares**

Ing. Alfonso Lárraga Sánchez  
Vicepresidente del comité  
**Subdirector de Servicios Administrativos del Instituto Tecnológico de Linares**

M.D. Ericka Maldonado Pesina  
**Presidenta del Comité Organizador**

Dr. Carlos Antonio Ríos Saldaña  
M.C. Oscar Mario Galarza Sosa  
**Coordinadores del comité científico y editorial**

M.E. Cesar Iván Elizondo Guzmán / C.P. Susana del Carmen Torres Morales / Ing. Reyna Leticia Ortiz Aguirre / Ing. Luis Ángel Zúñiga Banda / Mtro. Víctor Hugo Pérez Briseño / Lic. Marco Aurelio Aldape Salazar / C.P. Silvia Guadalupe Hernández González  
**Coordinadores del proceso de registro y control de asistencia**

M.D.O. Catalina Martínez García  
**Coordinadora de Diseño, Comunicación y Difusión del Congreso**

Ing. María Guadalupe Martínez Dueñas  
**Coordinadora de Gestión de convenios para actividades científicas, tecnológica y de innovación**

M.G.T.I. Alex Fernando López Rodríguez  
**Coordinador de Diseño de Página Web y Sistema de Control del Congreso**

C.P. Perla Cecilia Mata Mireles  
**Coordinadora de Gestión de Pagos y Cobros**

Ing. Alicia Chávez Álvarez  
**Coordinadora de Infraestructura y Equipo**

## Integrantes de la Red Internacional de Investigación e Innovación para el Desarrollo Sostenible (RIIDS)

Ing. Cuitláhuac González Panzo, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zongolica

Dr. Gregorio Hernández Salinas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zongolica

Dr. Miguel Morúa Ramírez, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Iztapalapa

Dra. Virginia Niebla Zatarain, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Cabos

Mtra. Ariadna Colette Perpuli Ceseña, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Cabos

Dra. Claudia Carolina Lacruhy Enríquez, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Cabos

Mtra. Amira Del Carmen Dagnino Olivas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Cabos

Mtra. Paulina Escalante Ramírez, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Cabos

Dra. María Guadalupe Beltrán Lizárraga, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Cabos

Dr. Aldo Tovar Puente, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Ing. María Magdalena Martínez Ávila, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Dr. Fernando Díaz Hernández, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.D. Claudia Cárdenas Vega, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.D.S. Rito Martin Herrera Sosa, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.A.F. Susana Del Carmen Torres Morales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Mtra. Bertha Yadira Elizondo Nolazco, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.E. Avigail Azucena Galnarez Anguiano, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.E. Jesús Eduardo Guerra Gutiérrez, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Lic. Jesús Eduardo Valdés García, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Mtra. Nancy Patricia Meade Almazán, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Mtra. Soraya Farach Rojo, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Lic. Lidia Guadalupe Cavazos Galán, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.C. Oscar Mario Galarza Sosa, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.D. Ericka Maldonado Pesina, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Ing. Alex Fernando López Rodríguez, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Lic. María Elizabeth Vallejo Ramos, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.E. Cesar Iván Elizondo Guzmán, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.T.I. Miguel Ángel Gallegos de La Cruz, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Mtra. Catalina Martínez García, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.I.I. Beatriz Adriana Barrera Aguirre, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.A. César Martínez Tovar, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.D. Martha Adelfa Avalos Puga, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

M.C. José Francisco Coronado Vázquez, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

Dr. Ausencio Azuara Domínguez, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

Dr. Edgar Pérez Arriaga, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

Dra. Corina Guillermina Ocegueda Mercado, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Matamoros

Dra. Erandi Lizzete Contreras Ocegueda, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Matamoros

Mtro. Claudio Alejandro Alcalá Salinas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Matamoros

M.A.I. María Guadalupe Vásquez González, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Matamoros

Mtro. Edgar Contreras Sánchez, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Matamoros

Mtro. Zehila Castillo Treviño, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Matamoros

Mtro. José Luis Saldívar Garza, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Matamoros

M.C. Pedro García Hinostro, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Guaymas

Dr. Eugenio Barboa Acosta, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Guaymas

Dr. Vitervo López Caballero, Tecnológico Nacional de México/ Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Cenidet)

Dr. Carlos Manuel Astorga Zaragoza, Tecnológico Nacional de México/ Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Cenidet)

Mtro. Víctor Josué Ruiz Martínez, Tecnológico Nacional de México/ Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Cenidet)

Dr. Edgar Roberto Sandoval García, Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli

Dr. Lorenzo Antonio Cruz Santiago, Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli

Mtra. Guadalupe Graciela Ramos Rodríguez, Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli

M.I.I. Dulce Carolina Acosta Pintor, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

Dr. Omar Espinosa Guerra, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

Dr. Cuitláhuac Mojica Mesinas, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

Dra. Cynthia Wong Arguelles, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

Mc. Habacuc Lorenzo Márquez, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

MSI. Hugo René Lárraga Altamirano, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Valles

Dra. Candy Carranza Álvarez, Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dr. Carlos Antonio Ríos Saldaña, Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios de la Universidad Autónoma de Coahuila

Dr. Luis Mario Rodríguez Martínez, Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios de la Universidad Autónoma de Coahuila

Dr. Eduardo Alanís Rodríguez, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Arturo González Torres, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Milpa Alta

Dra. Catarina C. Ferreira, Helmholtz Centre for Environmental Research UFZ

Dr. Francisco Díaz Ruiz, Universidad de Extremadura

Dr. José A. Blanco Aguilar, Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC)

Dr. Miguel Delibes Mateos, Instituto de Estudios Sociales Avanzados (IESA-CSIC)

## Comité científico

Dr. Aldo Tovar Puente, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Mtra. Ariadna Colette Perpuli Ceseña, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos

Mtra. Bertha Yadira Elizondo Nolazco, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Dr. Carlos Antonio Ríos Saldaña, Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios de la Universidad Autónoma de Coahuila

Dr. Carlos Manuel Astorga Zaragoza, Tecnológico Nacional de México/Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico

M. E. César Iván Elizondo Guzmán, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M. A. César Martínez Tovar, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Dra. Claudia Carolina Lacruhy Enríquez, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos

M. D. Ericka Maldonado Pesina, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Dr. Gregorio Hernández Salinas, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Zongolica

Ing. María Magdalena Martínez Ávila, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.T.I. Miguel Ángel Gallegos De La Cruz, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.C. Oscar Mario Galarza Sosa, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

Dr. Vitervo López Caballero, Tecnológico Nacional de México/Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Mtra. Amira del Carmen Dagnino Olivas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos

Dra. María Guadalupe Beltrán Lizárraga, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos

Mtra. Soraya Farach Rojo, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

M.A.F. Susana Del Carmen Torres Morales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares

## Presentación

La evidencia científica indica que vivimos en un estado de emergencia climática que debería obligarnos a realizar acciones para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>1</sup>. Este cambio climático, es sólo uno de los cuatro límites planetarios que ya han sido rebasados, el mundo necesita implementar urgentemente políticas y acciones adicionales para reducir casi a la mitad las emisiones anuales de gases de efecto invernadero en los próximos ocho años<sup>2</sup>. Por ello, en el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la que se establecen 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) como un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad.

En este contexto, surgió la iniciativa de conformar la “Red Internacional de Investigación e Innovación para el Desarrollo Sostenible (RIIIDS)”, con la misión de “ser un espacio académico que busca apoyar las labores de investigación e innovación mediante la concentración de investigadores, estudiantes y equipamiento, así como la conjunción con otras dependencias, instituciones y empresas, nacionales e internacionales, con la finalidad de desarrollar proyectos que aporten acciones encaminadas a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible”.

Uno de los objetivos de la RIIIDS, es “mantener permanentemente la colaboración e información entre los miembros de la Red mediante cursos, talleres, folletos, conferencias, congresos, simposios, y otras modalidades”; motivo por el cual se llevó a cabo del 09 al 11 de octubre del 2023 el “Primer Congreso Virtual Internacional sobre Desarrollo Sustentable y Energías Alternativas”, con sede en el Instituto Tecnológico de Linares.

Se llevó a cabo de manera virtual, precisamente para apoyar el cumplimiento de los ODS, ya que la realización de congresos virtuales, reducen la huella de carbono un 94% y el consumo de energía un 90%<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Lenton, T. M. et al. Climate tipping points — too risky to bet against. *Nature* 575, 592–595 (2019).

<sup>2</sup> United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2021: The Heat Is On – A World of Climate Promises Not Yet Delivered. (2021).

<sup>3</sup> Tao, Y., Steckel, D., Klemeš, J. J. & You, F. Trend towards virtual and hybrid conferences may be an effective climate change mitigation strategy. *Nat Commun* 12, (2021).

## Contenido

<b>Agricultura sostenible, recursos naturales, biodiversidad y cambio climático</b>	<b>13</b>
<i>Germinación de Phaseolus vulgaris en agar</i> .....	14
<i>Diseño y caracterización de una cámara de fotoestabilidad a radiación UV para</i> .....	15
<i>Uso del ácido acetilsalicílico caduco como fertilizante</i> .....	16
<i>Gelificación de la proteína de harina de grillo por tratamiento térmico</i> .....	18
<i>Plasticultura y fertilización orgánica como alternativas de reducción de nitrógeno en brócoli</i> .....	19
<i>Identificación de emociones, recuerdos y preferencia de los consumidores en maíces nativos</i> .....	20
<i>Simulación de celdas solares de película delgada, una alternativa sustentable de</i> .....	21
<i>Elaboración de compostaje a partir de residuos orgánicos municipales generados en la cabecera municipal de Yecuatla Ver.</i> .....	23
<i>Generación de voltaje y amperaje utilizando una planta ornamental acoplada a una celda de combustible</i>	25
<i>Productos elaborados a base de maíz en la Junta Auxiliar de Atacpan, Zacapoaxtla, Puebla</i> .....	26
<i>Conservación del proceso tradicional en la producción de maíz (Zea mays) en Atacpan, Zacapoaxtla, Puebla</i> .....	27
<i>Potencial biocontrolador de Trichoderma, cepas nativas de suelos agrícolas del municipio de Pamplona, Norte de Santander Colombia</i> .....	28
<i>Primera aproximación a la caracterización de los investigadores mexicanos en conservación de la biodiversidad</i> .....	29
<i>Aprovechamiento de los residuos orgánicos de naranja para elaborar un exfoliante</i> .....	34
<i>El impacto de los eventos ciclónicos tropicales en la precipitación de Nuevo León, México</i> .....	35
<i>Uso de plantas medicinales en la atención primaria de la salud</i> .....	36
<b>Desarrollo Sustentable en las Empresas</b> .....	<b>37</b>
<i>Eficiencia energética una opción de descarbonización acorde a los conductores del autotransporte de carga</i> .....	38
<i>Evaluación de la resistencia mecánica del papel comercial tratado con PVA</i> .....	39
<i>Bisfenoles en recibos impresos en papel térmico, un cambio necesariamente urgente para un futuro sustentable</i> .....	40
<i>Comparativo del Distintivo S en un hotel de la Ciudad de Orizaba, Veracruz, México</i> .....	41
<i>Cuidado de la piel masculina como parte de una vida sana y bienestar: Análisis bibliométrico</i> .....	42
<i>Los Objetivos de Desarrollo Sostenible para la Creación del Valor Compartido en el turismo</i> .....	43
<i>Comercialización de miel de abeja melipona (Melipona beecheii) producida en Chunkanán, Hecelchakan,</i>	

<i>Campeche, México</i> .....	44
<i>Del negocio a la toma de conciencia en Certificación Global Recycled Standard en empresa textil</i> .....	45
<b>Educación para el desarrollo sustentable</b> .....	<b>46</b>
<i>Redes de trabajo en gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe</i> .....	47
<i>Investigaciones en Desarrollo Sustentable: Metaanálisis de un Lustró</i> .....	48
<i>Intervención educativa en línea con énfasis en orientación alimentaria y prevención para adolescentes</i> .....	49
<i>Diagnóstico del Perfil de Estudiantes en Ciencias Agrícolas: Implicaciones en la</i> .....	50
<i>Factibilidad del Voluntariado en dos Municipios de Colima que Coadyuve los</i> .....	51
<i>Las residencias profesionales y su incidencia en los Objetivos de Desarrollo Sostenible</i> .....	52
<i>Caracterización de las revistas científicas del Tecnológico Nacional de México: Estudio preliminar</i> .....	53
<i>Conocimiento del Instituto Tecnológico de Linares al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible</i> .....	54
<i>Educación vs Pandemia: Rendimiento académico en la asignatura Programación del Instituto Tecnológico de Linares</i> .....	55
<b>Energías alternativas</b> .....	<b>56</b>
<i>Obtención asistida por ultrasonido de nanomateriales poliméricos con poliestireno incorporando grafeno y nanotubos de carbono</i> .....	57
<i>Lámpara solar amplificada con agua fabricada con materiales asequibles para comunidades sin luz eléctrica</i> .....	58
<i>Extracción de metabolitos de hojas de Lavandula officinalis asistida por ultrasonido, con potencial aplicación biológica</i> .....	60
<i>Eficiencia energética en el corredor logístico Cuautitlán-Tepotztlán-Tultitlán, estrategia hacia distritos de energía neta cero</i> .....	61
<i>Codigestión anaerobia de residuos ganaderos para la producción de biogás como fuente de energía renovable</i> .....	62
<i>Auditoría energética en una universidad del noreste de México para promover la eficiencia energética</i> .....	63
<b>Ingeniería y procesos industriales</b> .....	<b>64</b>
<i>Dispositivo de asistencia con sensores de distancia ultrasónicos</i> .....	65
<i>Efecto de un aditivo impermeabilizante de calidad ambiental en la durabilidad del concreto armado en ambientes corrosivos</i> .....	66
<i>Estudio del aprovechamiento de la energía solar en una máquina extrusora horizontal de plásticos</i> .....	67
<i>Proceso amigable con el medio ambiente a través de la catálisis heterogénea en la síntesis de un carbamato de interés industrial</i> .....	68
<i>Obtención de un recubrimiento polimérico a partir de poliestireno expandido de desecho empleando (+)-limoneno</i> .....	69
<i>Estabilización y cuantificación de lignina contenida en cáscara de coco como precursor en la producción de</i>	

<i>bioturbosina</i> .....	70
<i>Película de poliestireno expandido reciclado con nanopartículas metálicas y propiedades antibacterianas / foto-oxidativas</i> .....	71
<i>Sistema de servicios orientado a la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos</i> .....	72
<i>Diseño de un modelo para la recolección y disposición final de aceites lubricantes automotrices usados</i> .....	73
<i>Compósito Biobasado, Quitosano/Hidroxiapatita/Nanotubos de Carbono Modificados con Extracto de Romero, para Aplicación Biomédica</i> .....	74
<i>Regadera de baño inteligente para automatizar el ahorro de agua</i> .....	75
<i>Síntesis de dendrímeros Polipropileno Imina para su uso como modelo de inhibidores sustentables para corrosión</i> .....	76
<i>Potencial de los humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales de astros municipales</i> .....	77
<i>Tuberías Hidráulicas para Viviendas. Adecuada gestión de las tecnologías aplicadas al cuidado del agua</i>	78
<i>Análisis y sistemas de control de iluminación natural en edificios</i> .....	79
<i>Caracterización de residuos generados en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli</i> .....	80
<i>Elaboración de una pomada fortalecida con aceites esenciales como calmante de cólicos menstruales</i> .....	81
<i>Análisis de la tecnología de los materiales en la tradición edificatoria de los pueblos ancestrales</i> .....	82
<i>Diagnóstico técnico-productivo de un grupo de apicultores en Champotón, Campeche, México</i> .....	83
<i>Producción de ZnO auxiliada con extractos de Aloe vera y su evaluación fotocatalítica</i> .....	84
<b>Artículos en extenso</b> .....	<b>85</b>
<i>Aspectos socioculturales y seguridad alimentaria basados en maíz en agroecosistemas originarios de Las Altas Montañas de Veracruz</i> .....	86
<i>Análisis comparativo del contenido lignocelulósico en residuo agrícola de Saccharum officinarum L.</i> .....	92
<i>Propuesta de turismo rural en Los Cabos: Caso rancho ecológico La Candelaria, Baja California Sur</i> .....	98
<i>Producción y uso de biofertilizantes a partir de residuos orgánicos para la agricultura sostenible</i> .....	106
<i>Evaluación del aporte urbano de aguas residuales al río Valles, Ciudad Valles, San Luis Potosí</i> .....	111



# Agricultura sostenible, recursos naturales, biodiversidad y cambio climático

## Germinación de *Phaseolus vulgaris* en agar

Rafael Manuel de Jesús Mex Álvarez<sup>1\*</sup> María Magali Guillen Morales<sup>1</sup>, David Yanez Nava<sup>1</sup>,  
Roger Enrique Chan-Martínez<sup>1</sup>, Kevin Ariel Contreras Dzul<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México  
Correo electrónico: rafammex@uacam.mx\*

*Palabras clave:* cultivo *in vitro*, biotecnología, ecofarmacovigilancia

Los resultados de investigaciones realizadas sugieren al género *Phaseolus* como biomodelo para evaluar la germinación ante la presencia de nuevos contaminantes como son los productos farmacéuticos emergentes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la cinética de crecimiento de semillas de *Phaseolus vulgaris* en agar como un modelo de estudio de la ecofarmacovigilancia. Se prepararon diferentes concentraciones de Agar-Agar (al 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%) para ensayar el crecimiento de *P. vulgaris* y se colocó en viales de plástico (previamente curados con ácido acético al 1% y enjuagados con agua esterilizada desionizada durante toda la noche) 20 mL cada uno. Se cultivó una semilla (n=12) por pozo con 20 mL de agar al 0.5% durante 7 días a  $27 \pm 2$  °C en cámara húmeda a luz natural. La concentración de agar a la cual las plántulas germinadas tienen un mayor peso ( $X= 1.26$  g) es a 0.5%. De igual manera, en el agar al 0.5% se observó el mayor tamaño de tallo ( $X= 16.0$  cm) y raíz ( $X= 9.3$  cm) de las plántulas. De acuerdo con los datos obtenidos, se encontró que el agar al 0.5 % es ideal para la germinación y crecimiento de semillas de *P. vulgaris*, en comparación con las demás concentraciones empleadas en este bioensayo) y, por tanto, puede ser utilizado para evaluar la toxicidad de fármacos en *P. vulgaris*.

## Diseño y caracterización de una cámara de fotoestabilidad a radiación UV para productos bioinsecticidas

Carlos Esteban Ávila Cisneros<sup>1</sup>, Mercy Julieth Artunduaga Márquez<sup>1\*</sup>, Sergio García Salas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología,  
Correo electrónico: martunduagam2000@alumno.ipn.mx\*

*Palabras clave:* Agricultura sustentable, viabilidad, radiación UVa-UVb, conidios, estrés abiótico

La agricultura sustentable busca mejorar la calidad del ambiente y los recursos básicos de manera económica y factible, impulsando el desarrollo de tecnologías que permitan producir bioinsecticidas de alta calidad, cuya eficacia depende de la permanencia de su viabilidad en condiciones de temperatura y radiación UV adversas. De acuerdo con lo anterior, en este trabajo, se diseñó y caracterizó una cámara para simular la incidencia de la radiación UVa-UVb a la que están sometidos los productos bioinsecticidas cuando son aplicados en campo. Las bases de diseño fueron: la radiación UV ponderada del sol de medio día de CDMX ( $2.9 \text{ mW/cm}^2$ ), empleando lámparas de radiación UVa-UVb de 39 W; una superficie de exposición  $1296 \text{ cm}^2$ ; distribución homogénea de la radiación, de  $0.5$  a  $1.49 \text{ mW/cm}^2$  y control de temperatura de  $28^\circ$  a  $51^\circ\text{C}$  ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ). El desempeño de la cámara se probó empleando conidios de *Beauveria bassiana* irradiados a  $1.49 \text{ mW/cm}^2$  (50% de la radiación solar) y  $28^\circ\text{C}$ , durante 4 horas. El efecto de la radiación sobre los conidios se determinó mediante pruebas de viabilidad, expresada como % germinación cada 3 horas. La radiación redujo 40% la viabilidad de los conidios respecto al control positivo de conidios sin irradiar. Este comportamiento está asociado al daño que se produce en los conidios de hongos entomopatógenos sometidos a estrés abiótico como la radiación UVa-UVb, que de manera directa causa deleciones, uniones cruzadas, ruptura de bandas y formación de sitios lábiles en la molécula de DNA, e indirectamente forma radicales altamente reactivos. La cámara diseñada es útil en la evaluación de la disminución de viabilidad de productos bioinsecticidas sometidos a la luz solar, facilitando la producción de formulaciones eficaces que contribuyan a la agricultura sustentable.

## Uso del ácido acetilsalicílico caduco como fertilizante

Rafael Manuel de Jesús Mex Alvarez<sup>1\*</sup>, María Magali Guillen Morales <sup>1</sup>, Kevin Ariel Contreras Dzul <sup>1</sup>, Roger Enrique Chan Martínez <sup>1</sup>,  
Edwin Romano Chulín Canul <sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Campeche  
Correo electrónico: rafammex@uacam.mx\*

*Palabras Clave:* Recuperación principios activos, fertilizante, agroquímico.

Los medicamentos en la actualidad se han convertido en contaminantes emergentes por su mala disposición final que permite que ingrese al medio ambiente y contamine el agua, aire y suelo, tal es el caso del ácido acetilsalicílico que se desperdicia en grandes cantidades de medicamentos caducos, por ello el objetivo del proyecto fue recuperar ácido salicílico (AS) de medicamentos caducos y evaluar su seguridad como fertilizante en maíz. Para ello la metodología que se siguió fue recolectar medicamentos caducos de la Cd de Sn Fco. de Campeche, México y se seleccionó los medicamentos que contenían como único principio activo ácido acetilsalicílico, se realizó una hidrólisis básica y se cristalizó el ácido salicílico producido y se evaluó su acción fertilizante en maíz (*Zea mays*) sembrando semillas (n=12) desinfectadas con NaClO en 20 mL de agar-agar al 0.5% en cámara húmeda durante 7 días. Se tuvo un rendimiento del 75% de recuperación del ácido salicílico (según el rendimiento teórico estimado por el contenido de ácido acetilsalicílico del medicamento) que mostró un efecto benéfico en el crecimiento (talla 4.13 cm control, 4.75 cm AS referencia, 4.65 cm AS recuperado) y peso ( 0.62 g control, 0.88 g AS referencia, 0.79 g AS recuperado) de las plántulas de maíz germinadas en presencia del ácido salicílico recuperado, no se observó signos de toxicidad y el desempeño del ácido recuperado fue semejante al estándar de pureza conocida. La recuperación de ácido salicílico a partir de medicamento caduco es una alternativa viable para usarse como fertilizante y paliar así el problema de contaminación ambiental por este tipo de medicamentos.

## Actividad insecticida de extractos de epazote (*Dysphania ambrosioides*) para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz nativo

Gregorio Hernández Salinas<sup>1</sup>, Juana Morales Mendoza<sup>1\*</sup>, César Sotelo Leyva<sup>2</sup>, Ericka Maldonado Pesina<sup>3</sup> y Sergio Reyes Rosas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Zongolica, México

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, México

<sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares, Linares, México

Correo electrónico: 186w0088@zongolica.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* Veracruz, coleoptera, epazote.

El maíz (*Zea mays* L.) tiene importancia en la seguridad alimentaria humana; sin embargo, en el almacenamiento presenta plagas como *Sitophilus zeamais*, que causan pérdidas en el rendimiento de grano (30 - 40 %). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto insecticida del extracto de acetona de *Dysphania ambrosioides* en el control del gorgojo (*S. zeamais*) en maíz raza Ratón, de Las Altas Montañas de Veracruz, México. Se utilizaron los tratamientos: T1=10, T2=50, T3=100, T4=200, T5=300 g de extracto de epazote L -1 solvente más un control negativo T6= 100% de acetona y un control positivo T7= 1 g Malathion L-1 para un total de siete tratamientos con cinco repeticiones, que fueron distribuidos bajo un diseño experimental completamente al azar. Cada repetición correspondió a un frasco de plástico que contenía 100 g de maíz de la raza Ratón a una humedad de grano del 13.0%. Cada frasco se infestó con 20 pares de gorgojos de maíz en proporción sexual 1:1, y se evaluó la mortalidad del insecto a las 24, 48, 72 h y 7 días después de la infestación (DDI). Los datos fueron analizados mediante las pruebas de Shapiro- Wilk y Levene para constatar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, respectivamente. Las variables que no cumplieron con los supuestos de normalidad se sometieron a un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis ( $P \leq 0.05$ ). A los siete DDI, los T1, T2, T3, T4, T5 y T7 mostraron el 95.0, 100.0, 100.0, 100.0, 100.0 y 89.5 %, respectivamente, de mortalidad de adultos de *S. zeamais* siendo estadísticamente iguales ( $P \geq 0.05$ ), pero diferente al valor de 4.0% que correspondió al T6. Se concluye que los extractos vegetales de epazote constituyen una alternativa para el control de *S. zeamais* y que podrían ser un sustituto a ciertos agroquímicos.

## Gelificación de la proteína de harina de grillo por tratamiento térmico

Mayra Patricia Ruiz González<sup>1\*</sup>, Juana Deisy Santamaría Juárez<sup>1</sup>, Miguel Alvarado Flores<sup>1</sup>,  
Ricardo Agustín Serrano<sup>2</sup>, Guillermo Santamaría Juárez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. San Claudio, S/N, Col. Jardines de San Manuel C.P 72570, Puebla, Pue. Facultad de Físico

<sup>2</sup>Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. San Claudio, S/N, Col. Jardines de San Manuel C.P 72570, Puebla, Pue.

Correo electrónico: mayrapatriciaruiz@gmail.com\*

*Palabras clave: Proteína, Grillo, Gelificación.*

De acuerdo con la FAO, el ganado bovino ocasiona el 70% de la deforestación mundial y dado el crecimiento poblacional estimado para 2050 será necesario incrementar en un 60% los productos de origen animal para cubrir los requerimientos alimenticios. Esto significa una carga ambiental desproporcionada para la ecósfera. Por ello, los aislados proteicos de grillo representan una prometedora alternativa, ya que pueden ser considerados materia prima, lista para incorporarse o elaborar alimentos, de manera sustentable, pues la producción de un kilo requiere de 12L de agua en comparación con 15 mil que ocupa el ganado bovino, volviéndose así, en un campo de interés para la industria alimentaria. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue extraer la proteína contenida en harina de grillo por tratamiento térmico. Medio millar de grillos de tamaño promedio de 1 cm, fueron deshidratados durante 4 horas a una temperatura de 75°C y posteriormente molidos utilizando un procesador de alimentos hasta lograr la apariencia de harina. En vasos de precipitado con 3, 4 y 5 mililitros de agua destilada se agregó dos gramos de esta harina, se sometieron a ebullición durante 30s, siguiendo todo el proceso por triplicado. De la molienda se obtuvieron dos tipos de partículas, 500 micras, corresponden a la parte soluble, y 297 micras, a la parte insoluble, después del tratamiento térmico se separaron los sólidos resultantes y se colocaron en cajas Petri dejándolos reposar durante 20 min, se observó que las cajas Petri con 3 ml tenían una consistencia pastosa, las de 4 ml habían gelificado de manera sutil y las de 5 ml habían quedado líquidas. La muestra gelificada se analizó por infrarrojo y se determinó una concentración del 49.2% de proteína. Este experimento muestra que el tratamiento térmico es una opción viable para la extracción de proteína de grillo.

## Plasticultura y fertilización orgánica como alternativas de reducción de nitrógeno en brócoli

Héctor Manuel Acosta Moreno <sup>1,2</sup>, Blancka Yesenia Samaniego Gámez <sup>1</sup>, Raúl Enrique Valle Gough <sup>1</sup>, Fidel Núñez Ramírez <sup>1\*</sup>, Samuel Samaniego Gámez <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California.  
Mexicali Baja California México.

<sup>2</sup>Estudiante de Licenciatura: Ingeniería en Agronomía.  
Correo electrónico: fidel.nunez@uabc.edu.mx\*

*Palabras clave:* Brassica oleracea L. var. italica, enmiendas al suelo, fertilización sustentable, nutrición mineral.

El uso de enmiendas o la utilización de cubiertas al suelo podría incrementar la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) y hacer un mejor uso de los fertilizantes nitrogenados. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar diferentes estrategias de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y la nutrición del cultivo de brócoli. El experimento se realizó durante la temporada de invierno 2022-2. Los tratamientos evaluados fueron cuatro [300 kg N ha<sup>-1</sup> + acolchado plástico; 300 kg N ha<sup>-1</sup> ; Orgánico (2.5 ton estiércol ha<sup>-1</sup> + aplicación de micorrizas y bacillus spp.); 300 kg N ha<sup>-1</sup> + 2.5 ton estiércol ha<sup>-1</sup>] y fueron distribuidos bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron el rendimiento por planta (planta total; florete; hojas; índice de cosecha), rendimiento comercial y nutrición de la planta (nitratos, potasio en el extracto celular de pecíolo, e índice de clorofila [SPAD]). El peso fresco total de las plantas de brócoli se incrementó con el uso de 300 kg N ha<sup>-1</sup> + acolchado plástico y 300 kg N ha<sup>-1</sup> ; el peso del florete y el rendimiento ha<sup>-1</sup> fueron mayores cuando se aplicó 300 kg N ha<sup>-1</sup> y menores en el tratamiento orgánico; el tratamiento orgánico resultó con el menor peso de hojas que el resto de los tratamientos; el índice de cosecha no se modificó con los tratamientos. Las plantas con 300 kg N ha<sup>-1</sup> presentaron los mayores valores SPAD mientras que el manejo orgánico los menores. La concentración de nitratos y potasio, no se modificó con los tratamientos. En este experimento, el uso de acolchado plástico obtuvo el mismo rendimiento que los tratamientos nitrogenados en suelo desnudo. El tratamiento orgánico en brócoli modificó en negativamente las variables de rendimiento y de valores SPAD.

## Identificación de emociones, recuerdos y preferencia de los consumidores en maíces nativos

Ingrig Salas Huerta<sup>1</sup>, Gregorio Hernández Salinas<sup>1</sup>, Emmanuel J. Ramírez Rivera<sup>1\*</sup>, Adán Cabal Prieto<sup>2</sup>, Cristal Guerrero Ortiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica. Km4 Carr. a la Compañía S/N, Tepetitlanapa, 95005 Zongolica, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. Av. 25 Poniente No. 100, Colonia Reserva Territorial 94106, Huatusco, Veracruz, México  
Correo electrónico: ejramirezrivera@zongolica.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* Razas de maíz nativo, emociones, Q de Cochran, mapa externo de preferencia.

El maíz (*Zea mays* L.) desempeña un papel importante en la vida del ser humano, destacando en el ámbito nutricional, económico y sociocultural. En México se ha descubierto la presencia de 59 razas de maíz nativo. La conservación y aprovechamiento de las razas de maíz nativo son temas prioritarios, por lo que en este estudio, se buscó identificar por medio de imágenes de maíces nativos la preferencia que se tiene de acuerdo con las emociones y recuerdos generados al ser observados, para ello se utilizaron 12 imágenes de razas de maíz nativo del Estado de Veracruz, y mediante una encuesta con la participación de 257 consumidores habitantes de la República Mexicana se obtuvieron datos que fueron analizados con la prueba Q de Cochran y los modelos vectoriales, circular y elíptico de mapa externo de preferencias. La prueba Q de Cochran identificó los tipos de emociones y recuerdos, teniendo como resultado 13 emociones positivas y 6 emociones negativas, mientras que, los recuerdos resultantes fueron 8 positivos y 8 negativos; por otro lado, los modelos vectoriales del mapa externo justificaron las preferencias de los consumidores, entre las razas preferidas se encuentran Chiquito, Chalqueño, Cónico, Vandeño, Tuxpeño, Ratón y Olotillo, esto basándose en las emociones y recuerdos experimentados al ser observados tales como “aventuroso”, “interesado”, “nostálgico”, “amoroso” y “feliz”, por mencionar algunos. Siendo los Elotes Cónicos, Olotón, Comiteco, Tepecintle y Zapalote Grande los de menor preferencia, se debieron a emociones como “disgustado”, “agresivo”, “preocupado”, “salvaje” y “pobreza”. En conclusión, 6 de las razas de maíz nativas son preferidas por los consumidores ya que presentaron diversas emociones y recuerdos positivos al ser observadas en imágenes, mientras que, las de menor preferencia, se debieron a las emociones y recuerdos negativos producidos de la misma manera.

## Simulación de celdas solares de película delgada, una alternativa sustentable de generación de energía

Ana Cecilia Piñón Reyes<sup>1\*</sup>, Alejandro Gutiérrez González<sup>1</sup>, María Griscelda Jiménez Domínguez<sup>1</sup>, Pánfilo Luis Sánchez Cortes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Puebla  
Correo electrónico: anacecilia.pinon@puebla.tecnm.mx\*

*Palabras Clave:* celda solar orgánica, energía alternativa, simulación.

Los recursos no renovables son aquellos que se encuentran de forma limitada en el planeta y cuya velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración. En México, cerca del 88% de la energía primaria que se consume proviene del petróleo. Motivo por el cual el sector energético impacta emitiendo gases de efecto invernadero, de manera que se deben buscar alternativas para la generación de energía limpia. El sol es la fuente de energía renovable más importante que incide sobre la Tierra, esta es la razón por la cual los investigadores se han dedicado a desarrollar dispositivos fotovoltaicos como lo son las celdas solares. El desarrollo de celdas solares orgánicas (CSO) de película delgada es una alternativa sustentable de generación de energía. En los últimos años se han estudiado materiales y tecnologías que generan menor impacto ambiental. En la estructura de una celda solar, son los materiales donantes y aceptores los que determinan el rendimiento del dispositivo y por tanto la clave para que sean eficientes. Hoy en día, se ha logrado una eficiencia del 18% en CSO y se tiene la posibilidad de alcanzar hasta un 22% en el futuro cercano. Existen materiales orgánicos reportados que tienen la posibilidad de ser utilizados en CSO y cuyas tecnologías de fabricación permitirían escalar su producción en masa; se han seleccionado aquellos que poseen las características morfológicas y físicas convenientes para ser utilizadas en estas estructuras. Para su estudio se ha empleado el simulador SCAPS-1D que permite obtener los parámetros y eficiencia de la celda propuesta. Los fullerenos (aceptores) y los polímeros orgánicos (donantes) son materiales prometedores. Sin embargo, todavía existe margen para mejorar su rendimiento, desarrollando nuevos donantes, aceptores y optimizándolas estructuras.

## *Sinomonas halotolerans* y *Priestia megaterium* aislados de *Parkinsonia aculeata* L en el semidesierto de Sonora

Angélica Herrera Sepúlveda<sup>1\*</sup>, Leandris Argente Martínez<sup>1</sup>, Carlos Avila Amador<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui. Avenida Tecnológico s/n, Bácum, Sonora. CP 85276, México;

<sup>2</sup>Universidad de Granma, Carretera de Manzanillo Km 17 ½ Bayamo, CP 85100, Cuba  
Correo electrónico: angelikaherrera76@gmail.com\*

**Palabras clave:** Estrés hídrico y salino, Rizosfera, 16s ARNr, agricultura sustentable.

Actualmente, existe una necesidad imperante en incrementar la productividad de los cultivos agrícolas, bajo prácticas sostenibles y ambientalmente amigables; una estrategia para lograrlo implica, el aislamiento de bacterias para ser utilizadas como bio inoculantes que estimulen el crecimiento de las plantas, y/o su protección contra agentes patógenos y factores abióticos. El objetivo de esta investigación fue caracterizar microbiológica y molecularmente, bacterias de la rizosfera de *P. aculeata*, en condiciones de estrés hídrico y salino, mediante técnicas de microbiología clásica y secuenciación de genes ribosomales. Métodos. El muestreo se llevó a cabo en dos sitios representativos del semidesierto de Sonora: S1-Tesopacoy S2-Bahía de Lobos, afectados por estrés hídrico y salino respectivamente. El aislamiento, se realizó siguiendo la metodología descrita por Cordero-Ramírez, 2012. Posteriormente, se realizó la extracción de ADN genómico, amplificación y secuenciando del gen 16SARNr. Seguido, se realizaron comparaciones de las secuencias obtenidas con las reportadas en el GenBank para establecer relaciones filogenéticas. Resultados y discusión. Se obtuvieron un total de once cepas bacterianas presentes en ambos sitios experimentales, las cuales fueron identificadas en base a morfología de colonia y secuencias ribosomales como *Sinomonas halotolerans* (3 cepas) y *Priestia megaterium* (8 cepas). *S. halotolerans* ha sido reportada como una especie tolerante a la salinidad (7%), adicionalmente este sería el primer reporte de la especie en suelos del continente americano. Por otro lado *P. megaterium* ha sido reportada ampliamente, debido a su capacidad de promover el crecimiento vegetal en diversos cultivos. Conclusiones: El aislamiento e identificación de estas once cepas bacterianas, presentes en las dos condiciones de estudio, podría ser una valiosa alternativa ecológica, para aumentar la productividad de los cultivos sensibles al estrés hídrico y salino, así como su exploración para desarrollar nuevas aplicaciones biotecnológicas.

## Elaboración de compostaje a partir de residuos orgánicos municipales generados en la cabecera municipal de Yecuatla Ver.

Sandra Natividad Martínez González<sup>1\*</sup>, Yovani López González<sup>1</sup>, Neira Sánchez Zarate<sup>1</sup> y Eduardo Gutiérrez Almaraz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Ambiental. Instituto Tecnológico Superior de Misantla

<sup>2</sup>Departamento Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Correo electrónico: 212t0380@itsm.edu.mx\*

*Palabras clave:* Compostaje, residuos orgánicos, gestión de residuos, abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos se obtienen de la descomposición de materia orgánica vegetal o animal, conteniendo micro y macronutrientes beneficiosos para el suelo y la siembra. En la zona centro-norte de Veracruz, los rellenos sanitarios no son aptos para su uso debido a la falta de conocimiento y manejo adecuado por parte de los ayuntamientos. Algunas comunidades se ven obligadas a llevar sus residuos a rellenos sanitarios cercanos, lo que disminuye su vida útil. El objetivo del proyecto fue producir abono orgánico a partir de residuos orgánicos en Yecuatla, Veracruz. Se cuantificaron y clasificaron los residuos, estableciendo tres tratamientos: T1 (100% Residuos Orgánicos); T2 (70% residuos orgánicos+ 30% estiércol bovino); T3 (90 % residuos orgánicos + 10 % Urea). Durante siete semanas se monitorearon parámetros físico-químicos del compostaje. Los resultados mostraron que el tratamiento 3 fue el más estable. Los residuos sólidos orgánicos municipales se utilizaron para producir abonos orgánicos con el ajuste adecuado de la relación C:N. Esta práctica agrega valor a los residuos y contribuye a la sostenibilidad ambiental. Es fundamental que los municipios adquieran conocimientos y establezcan políticas adecuadas para el manejo de residuos. En conclusión, la producción de abono orgánico a partir de residuos orgánicos, es viable con el ajuste adecuado de la relación C:N. Esto reduce la dependencia de rellenos sanitarios inapropiados y promueve la sostenibilidad ambiental. Los municipios deben implementar buenas prácticas y políticas de manejo de residuos para contribuir al cuidado del medioambiente en la región.

## Escenario futuro de distribución de la ardilla (*Sciurus oculatus* Peters 1863) en el eje Neovolcánico

Enrique Buendía Rodríguez<sup>1\*</sup>, Tomás Pineda Ojeda<sup>1</sup>, José Gilberto Chávez León<sup>2</sup>, Jonathan Hernández Ramos<sup>3</sup> y José Israel López Martínez<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP-CEVAMEX, Texcoco, Edo. Méx, México.

<sup>2</sup>INIFAP-CENID-COMEF, Coyoacán, Ciudad de México, México.

<sup>3</sup>INIFAP-CEBAJ, Celaya, Guanajuato, México.

<sup>4</sup>TecNM Campus Roque, Celaya, Guanajuato, México.

Correo electrónico: buendia.enrique@inifap.gob.mx\*

*Palabras clave:* Cambio climático, maxent, peligro de extinción.

El cambio climático ocasiona un desequilibrio de los ecosistemas reduciendo sus poblaciones e incluso la extinción. Los estudios de distribución potencial en distintos escenarios futuros sirven para diseñar e implementar acciones que conlleven a la restauración, conservación y manejo de especies nativas en su ecosistema natural. Un caso de ellos es la Ardilla de Peters (*Sciurus oculatus* PETERS 1863), que se encuentra en la categoría Pr “sujeta a protección especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. El objetivo fue determinar la distribución potencial en un escenario futuro de cambio climático de *Sciurus oculatus* en el Eje Neovolcánico. Se empleó 67 pares de datos de presencia de *S. oculatus* procedentes de la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad. Los insumos fueron 19 variables climáticas y ambientales (BioClim) para cuatro periodos 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 y 2081-2100, utilizando el modelo de circulación general canadiense CanESM5 y una ruta de concentración representativa de emisiones drásticas (RCP8.5). Se utilizó el algoritmo de Máxima Entropía, mediante el programa MaxEnt® y la validación mediante Crossvalidate. Los modelos generados fueron sometidos a las pruebas de la curva de respuesta de sensibilidad ROC, el área bajo la curva (AUC) y la prueba de Jack knife para verificar la confiabilidad. Se generaron mapas en QGIS® utilizando la probabilidad de la aptitud 0.4-0.6 baja, 0.61-0.8 media y 0.81-1.0 alta. Los valores de AUC fueron superiores a 0.95. La zona con mayor superficie con aptitud alta fue la región noroeste del Estado de México, en los límites con Querétaro y Guanajuato. Las zonas con aptitud alta comprenden 9,000 km<sup>2</sup> (5.0% aprox.), para la aptitud media de 17,000 (11 % aprox.) y para aptitud baja de 18,000 km<sup>2</sup> (11.5 % aprox.). Se concluye que el modelado de nicho ecológico permitió generar un mapa de distribución potencial de escenarios futuros drásticos de la ardilla.

## Generación de voltaje y amperaje utilizando una planta ornamental acoplada a unacelda de combustible

Elizabeth Mendizabal Cuevas<sup>1</sup>, Julio César Gómora Hernández<sup>1\*</sup>, Sagnite Ventura Cruz<sup>1</sup>,  
Miriam Jeniffer Jiménez Cedillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División de Ingeniería Ambiental, TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco, Carretera Tenango-La marquesa, 52650, Santiago Tianguistenco, Estado de México, México.  
Correo electrónico: julio\_gh@test.edu.mx\*

*Palabras clave:* Bioelectroquímica, energía limpia, voltaje.

En la actualidad se han buscado diferentes alternativas no contaminantes para satisfacer la demanda energética. Una de las alternativas ha sido el uso de sistemas bioelectroquímicos para la generación de energía utilizando plantas vivas. La celda de combustible microbiana vegetal busca aprovechar el metabolismo natural de la simbiosis planta-bacteria para generar energía limpia que puede ser utilizada en dispositivos de baja demanda para jardines, casas-habitación y zonas residenciales, lo cual propicia el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible encaminados a la producción de energía no contaminante y al desarrollo de ciudades y comunidades sostenibles. El objetivo del presente proyecto fue estudiar la generación de voltaje y amperaje utilizando lirio persa acoplado a una celda de combustible. El armado de las celdas se hizo en macetas de 5 litros, colocando tezontle en el fondo de la misma y entrelazando el ánodo de malla de acero con las raíces de la planta, posteriormente la maceta se llenó con tierra y hojarasca, y se colocó un cátodo de fibra de carbono en la parte superior. Las celdas se dejaron al aire libre durante 30 días, monitoreando diariamente la generación de voltaje y amperaje, así como la vitalidad de la planta. El voltaje más alto fue de 2000 mV observado en las celdas con malla de acero de 1 cm de apertura, el amperaje producido en éstas celdas fue de entre 2 y 3 mA. Las celdas con el ánodo de malla de acero de 0.5 cm de apertura alcanzaron un máximo de 1134 mV y amperajes cercanos a 1 mA. Dos celdas se conectaron en serie incrementado el voltaje hasta 5700mV, el cuál fue suficiente para encender un foco LED. El ánodo de acero fue un material eficiente y económico para producir voltaje y amperaje en celdas operadas con lirios persas.

## Productos elaborados a base de maíz en la Junta Auxiliar de Atacpan, Zacapoaxtla, Puebla

Aarón Comunidad Villa<sup>1\*</sup>, Sonia Gutiérrez Luna<sup>2</sup>, Martín Palafox Rodríguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Licenciado en Biología, Maestro en Manejo Sostenible de Sistemas Agrícolas. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla

<sup>2</sup>Licenciada en Administración de Empresas, Maestra en Gestión e Innovación Tecnológica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla

<sup>3</sup>Químico Farmacobiólogo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla  
Correo electrónico: acv\_comunidad@hotmail.com\*

*Palabras clave: Maíz, cocina típica, alimentos*

En la junta auxiliar de Atacpan, Zacapoaxtla, Puebla; la problemática radica en que no existe una compilación de las recetas tradicionales que se elaboran a base de maíz. El objetivo es recabar información, para obtener experiencias y recomendaciones de las mujeres indígenas de la localidad mencionada. Es por ello que se diseñó una entrevista de 10 preguntas de opción múltiple y un cuestionario de 15 preguntas abiertas. Se consideraron variables como la cantidad de alimentos que se elaboran, los tiempos de cocción y el costo de elaboración. A partir de las 15 mujeres indígenas, se aplicó un nivel de confianza del 95%, obteniendo una muestra de 15. El 100% de las entrevistadas, continúa utilizando las técnicas tradicionales de cocción, que son parte del patrimonio gastronómico y en las cuales su ingrediente principal es el maíz. Además, el estudio se complementó con referencias documentales para sustentar la importancia de cada uno de los platillos y bebidas típicas. Uno de los propósitos de esta investigación es contar con un documento que aborde aspectos gastronómicos para dar mayor realce a la producción del maíz. Según datos obtenidos en este trabajo, existen distintas de transformar el maíz, tal es el caso de: tortillas de maíz, tortillas de trigo, tamales de mole, frijol y chícharo; tayoyos de frijol y alverjón, pichi y atole de grano o masa. Estas recetas son heredadas de épocas antiguas y se transmiten en el ámbito familiar de generación en generación. Cada preparación se convierte en un elemento único, además de que están presentes en momentos significativos como celebraciones religiosas y familiares. Es importante evitar que dichos saberes se pierdan por situaciones ajenas a su entorno y continuar preservando cada sabor.

## Conservación del proceso tradicional en la producción de maíz (*Zea mays*) en Atacpan, Zacapoaxtla, Puebla

Aarón Comunidad Villa<sup>1\*</sup>, Sonia Gutiérrez Luna<sup>2</sup>, Martín Palafox Rodríguez<sup>3</sup>, Claudia Bonilla Ramírez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Licenciado en Biología, Maestro en Manejo Sostenible de Sistemas Agrícolas. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla

<sup>2</sup>Licenciado en Administración de Empresas, Maestra en Gestión e Innovación Tecnológica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla

<sup>3</sup>Químico Farmacobiólogo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla

<sup>4</sup>Estudiante de la carrera de la Licenciatura en Biología. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla

Correo electrónico: acv\_comunidad@hotmail.com\*

*Palabras clave:* Tradicional, conservación, maíz y sustentabilidad.

Dentro de Atacpan, Zacapoaxtla, Puebla; la problemática estriba sobre la disminución de la producción de maíz. La presente investigación radica en seguir fomentado la conservación y divulgación de las técnicas sustentables. El objetivo consistió en conocer, destacar la forma tradicional de producción y almacenamiento. Se diseñó un cuestionario con 15 preguntas de opción múltiple y una entrevista con 28 preguntas abiertas. Se consideraron variables de producción tradicional y de conservación. A partir de los 44 productores de maíz; se aplicó un nivel de confianza del 95%, obteniendo una muestra de 40. Se seleccionaron de forma aleatoria a 32 hombres y 8 mujeres. El 95% de los encuestados sigue utilizando la yunta de bovinos y equinos. Las actividades principales para preparar las parcelas son el barbecho, dobla y surcado, agregan abono de ovinos y porcinos principalmente. El 100% de los productores seleccionan las mazorcas más grandes y deben estar alineados mediante hileras. El desgranado se realiza en luna llena para que la semilla no se dañe. El 25% de los encuestados agregan alquitrán a las semillas para no ser extraídas por roedores. El periodo de siembra es a inicios del mes de febrero y la mitad de marzo. Al iniciar la jornada las personas con más experiencia realizan un rito para bendecir la semilla. Durante el desarrollo de la milpa se realiza la labranza y aterradura. La cosecha se lleva a cabo durante el mes noviembre y parte de diciembre. La mazorca se acomoda en zarzos o a través de ocholes, actualmente el maíz se almacena en bolsas de plástico. Los rendimientos por hectárea de maíz son bajos, oscilan entre 1.5-2.5 toneladas/hectárea y los costos de producción son elevados \$5,500-\$7,000 pesos por hectárea, situación que hace poco rentable y que pone en desventaja a los campesinos.

## Potencial biocontrolador de *Trichoderma*, cepas nativas de suelos agrícolas del municipio de Pamplona, Norte de Santander Colombia

Ramón Ovidio García Rico<sup>1</sup>, Gloria Patricia Barrera Cubillos<sup>2</sup>, Cindy Nayibe Mejía Maldonado<sup>3</sup>, Ángela Maritza Cajiao Pedraza<sup>4</sup>, María Cristina Roza Flórez<sup>5</sup>, Darcy Daimar Toloza Jiménez<sup>6\*</sup>

<sup>1,4,5,6</sup> Universidad de Pamplona–GIMBIO, Pamplona, Colombia

<sup>2,3</sup> AGROSAVIA, Bogotá, Colombia

Correo electrónico: darcy.toloza@unipamplona.edu.co\*

*Palabras clave:* *Trichoderma*, *biocontrol*, *fitopatógenos*, *antagonismo*

La seguridad alimentaria establece que los alimentos deben estar en disponibilidad suficiente, en todo momento, ser nutritivos e inocuos con el propósito de satisfacer las necesidades de la población. Es el sector agrícola quien está involucrado en cumplirla, sin embargo, la producción primaria de alimentos se ve comúnmente afectada por pérdidas en los cultivos a causa de fitopatologías que en su mayoría son provocadas por hongos fitopatógenos, afecciones que habitualmente son contrarrestadas usando agroquímicos. No obstante, más que ser una solución, generan problemas debido a que su uso indiscriminado acarrea daños en los suelos, inducción de mecanismos de resistencia en fitopatógenos y la acumulación de compuestos tóxicos en los cultivos que en últimas son un riesgo para la salud humana. De acuerdo con esto se plantea el objetivo: Explorar la diversidad de cepas del género *Trichoderma*, autóctonas de los suelos agrícolas del municipio de Pamplona (N.S.), con potencialidad biocontroladora de agentes fitopatógenos de interés comercial; propuesta que contribuye al ODS N°2 (Hambre cero), ofreciendo valor económico, ambiental y social. Materiales y métodos: A fin de poder responder a las necesidades agrícolas de la región se realizaron muestreos de suelo agrícola diferentes cultivos locales. Posteriormente, se procesó en el laboratorio realizando diluciones e inoculando en PDA. Las colonias presuntivas de *Trichodermas* e sub cultivaron en PDA hasta obtener cultivos axénicos. Los aislados fueron sometidos a caracterización fenotípica, así como a la evaluación In-vitro de su actividad antagónica frente los fitopatógenos de interés, *Fusarium* spp. y *Botrytis* spp. Además de esto se realizará la caracterización de los factores de virulencia enzimática (celulasas, proteasas, quitinasas y glucanasas) y ecofisiología. Resultados: Los aislados exhiben características propias del género y en los ensayos In-vitro demostraron actividad antagónica frente a los dos fitopatógenos, evidenciando su antagonismo debido a su rápido crecimiento.

## Primera aproximación a la caracterización de los investigadores mexicanos en conservación de la biodiversidad

Zerach Ricaño Cruz<sup>1\*</sup>, Carlos Antonio Ríos-Saldaña<sup>2,3,4</sup>, Ericka Maldonado Pesina<sup>2</sup>, Eduardo Alanís-Rodríguez<sup>5</sup> y Luis Mario Rodríguez-Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares, Linares, México.

<sup>3</sup>Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios de la Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, México.

<sup>4</sup>BioCórima, A. C., Arteaga, México.

<sup>5</sup>Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, México.

Correo electrónico: zerachcruz@gmail.com\*

*Palabras clave:* Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), producción científica, Sistema Nacional de investigadores.

La biodiversidad y los servicios ecosistémicos son fundamentales para la supervivencia humana. Por ello, la Organización de las Naciones Unidas ha establecido la “vida en los ecosistemas terrestres” como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS15). En este sentido, la investigación científica es fundamental para cumplir este objetivo, especialmente en un país megadiverso, como México. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar los investigadores mexicanos que trabajan en la conservación de la biodiversidad. Para lograrlo, se revisó el archivo histórico del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), se obtuvo una muestra representativa de investigadores del “Área VI: Biotecnología y ciencias agropecuarias” (BCA), que trabajan en subdisciplinas relacionadas con la conservación de la biodiversidad. La producción científica de los investigadores se evaluó usando el identificador “Scopus Author” (número de artículos publicados, número de citas e índice H). En el año 2020, había 30,000 investigadores vigentes en el SNI; de los cuales, 4,409 (15%) pertenecían al BCA, pero sólo 514 (2%) trabajan en subdisciplinas relacionadas con la conservación de la biodiversidad. A pesar de los esfuerzos por el acceso igualitario en la ciencia, sólo el 37% de los investigadores de conservación de la biodiversidad son mujeres. Además, 135 (26%) son nivel “Candidato”, 288 (56%) nivel 1, 62 (12%) nivel 2 y 29 (6%) nivel 3. Aunque estos resultados aún son preliminares, se observa una relación entre la trayectoria del investigador, el nivel dentro del SNI y la productividad académica. Esta es una primera aproximación a la caracterización de los investigadores mexicanos y su producción académica en conservación de la biodiversidad. Estos resultados aportarán información para la toma de decisiones en investigación científica, identificando vacíos y áreas de oportunidad que nos acerquen al cumplimiento de los compromisos internacionales relacionados con el ODS 15 y la conservación de la biodiversidad.

## Aprovechamiento de los residuos orgánicos de naranja para elaborar un exfoliante

Anel Citlaly Meléndez Alfaro<sup>1\*</sup>, Karime Jaquelin Ibarra Escobedo<sup>1</sup>, Bertha Yadira Elizondo Nolzco<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares, Linares, México  
Correo electrónico: l20720118@itlinares.edu.mx\*

*Palabras clave:* Naranja, exfoliante, ingredientes naturales, residuos orgánicos.

En el estado de Nuevo León, el cultivo de los cítricos tiene una producción de 339 138 t, del cual el 83.6% es de naranja. La metodología para la elaboración de un exfoliante mediante el aprovechamiento de cáscara de naranja consta de cuatro etapas. El proceso se inicia con la deshidratación de la cáscara mediante exposición al sol con una durabilidad promedio de 3 días, una vez transcurrido este tiempo, se tritura la cáscara para obtener pequeñas partículas (puede utilizar mortero, licuadora o molino), se tamiza y se mezcla con 15% de manteca de karité y 15% de aceite de coco, la mezcla homogénea obtenida, se debe envasar en un recipiente de plástico o vidrio para su conservación. Como resultado preliminar se obtuvo un exfoliante a partir de cáscara de naranja, la cual aporta vitaminas A, C, betacaroteno, además de minerales como calcio, magnesio y potasio. Algunas mujeres mencionan que, con la utilización de este exfoliante, recuperan la luminosidad y frescura de la piel. La elaboración de un exfoliante con desechos de naranja es posible, habría una aceptación de él entre las mujeres. Sin embargo, hace falta realizar pruebas dermatológicas que no se han realizado. Cabe señalar que la metodología propuesta para elaborarlo es sustentable al usar energía solar para la deshidratación de la cáscara de naranja, por lo que lo hace un proceso – producto amigable con el medio ambiente.

## El impacto de los eventos ciclónicos tropicales en la precipitación de Nuevo León, México

Homero Alejandro Gárate Escamilla<sup>1\*</sup>, Julio Nemorio Martínez Sánchez<sup>1</sup>, Catalina Martínez García<sup>2</sup>, Sanjuanita Hernández Perales<sup>2</sup>, Cindy Villapando Treviño<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Campus Linares, Carretera Nacional # 85, km. 145, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México

<sup>2</sup>TecNM Campus Linares, Instituto tecnológico de Linares, Carretera Nacional km 157, C.P. 6700, Linares, Nuevo León

Correo electrónico: hgaratesc@uanl.edu.mx\*

*Palabras clave:* Estaciones climatológicas, precipitación anual acumulada, lluvia, abastecimiento de agua.

En el estado de Nuevo León la precipitación promedio anual es de 528.6 mm. Esta cifra es baja debido a que debe abastecer agua para 5,784 millones de habitantes. Sin embargo, en algunos estados del país, la lluvia asociada a ciclones tropicales representa de 40 a 60% de la precipitación total anual. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue conocer la relación de la cantidad de precipitación que aportan los eventos ciclónicos tropicales y la precipitación anual en Nuevo León. Para desarrollar esto, se estimó la precipitación anual acumulada en las diferentes estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional a través de CLICOM, un sistema de software de manejo de datos climatológicos diarios. Para determinar la distribución de las estaciones que influyen en el área de estudio se utilizó el método de los Polígonos de Thiessen, interpolando entre valores medios en las estaciones situadas en Nuevo León. Se identificaron los eventos ciclónicos tropicales del periodo 1970 a 2010 y se calculó la influencia en la precipitación tomando un radio de 500 km. Los principales resultados indican que son 34 estaciones climatológicas las que tienen información de la precipitación en Nuevo León. Se registraron 90 eventos ciclónicos con formación procedente del Océano Atlántico entre los meses de junio a octubre con una duración que osciló entre 1 y 13 días. El mes de septiembre es el que presentó más días de impacto por evento ciclónico tropical (33.92%). Se detectó que, en promedio, los eventos ciclónicos influyeron en la precipitación acumulada anual entre un 5 y 18%, las áreas con mayor efecto fueron las cercanas a la Sierra Madre Oriental en donde la precipitación es descargada. Se concluye que los eventos ciclónicos son importantes para aumentar la precipitación anual en Nuevo León.

## Uso de plantas medicinales en la atención primaria de la salud

Keila Garmi Pérez Hernández<sup>1</sup>, Silvia del C. Ruiz Acosta<sup>2\*</sup>, Adalberto Galindo Alcántara<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Tecnológico Nacional de México/IT Zona Olmeca

<sup>3</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/DACBiol

Correo electrónico: silvia.ra@zolmeca.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* Etnobotánica; medicina tradicional indígena; tzeltales.

El objetivo del presente trabajo fue determinar las principales plantas medicinales que son utilizadas por la etnia Tzeltal asentada en una comunidad del estado de Chiapas para la prevención y atención de sus problemas primarios de salud. El estudio se llevó a cabo en la comunidad indígena Tzeltal establecida en Tzajalá, Chiapas. Para recabar la información se aplicaron encuestas semiestructuradas dirigidas a los médicos tradicionales de la comunidad. Una vez recabada la información se realizó la identificación de plantas, así como la clasificación y categorización de los datos para su posterior análisis. A partir de los datos recabados se obtuvo un listado de 106 plantas utilizadas por los médicos tradicionales de la comunidad para prevenir y atender los principales problemas de salud. Estas se encuentran agrupadas en siete Clases, 34 Órdenes, 50 Familias, 81 Géneros y 88 Especies. Las principales enfermedades reconocidas en la medicina occidental tradicional que afectan al grupo de estudio fueron diarrea, temperatura y parásitos y las de filiación cultural fueron: calentamiento de cabeza, mal de ojo y pujido. Las plantas que tuvieron mayor uso en la comunidad como medicina tradicional fueron la Verbena, Ruda y el Epazote. Los principales resultados revelan que existe un amplio uso de plantas medicinales para atender los problemas de salud de la comunidad, y que la atención se brinda a la población para atender problemas de salud de filiación cultural y los reconocidos en la medicina occidental.



# Desarrollo Sustentable en las Empresas

## **Eficiencia energética una opción de descarbonización acorde a los conductores del autotransporte de carga**

Edgar Roberto Sandoval García<sup>1\*</sup>, Guadalupe Graciela Ramos Rodríguez<sup>1</sup>, Hugo Alberto Barrera Huertas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/ TES de Cuautitlán Izcalli

<sup>2</sup>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN

Correo electrónico: edgar.sg@cuautitlan.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* descarbonización, autotransporte de carga, conductores

Para limitar el calentamiento global y alcanzar los objetivos climáticos del Acuerdo de París, las cadenas de suministro deben descarbonizarse. El objetivo de este estudio fue identificar las mejores prácticas operacionales con base a la experiencia de los conductores para incrementar la eficiencia energética coadyuvando así a la descarbonización del transporte de carga por carretera. Se aplicó un cuestionario en línea a 100 conductores de los más de 600 que laboran en una empresa líder del transporte de carga en México, obteniéndose 82 respuestas. Derivado de un análisis estadístico, se reconoce que este grupo de profesionales en el oficio de conducción, identifica que la variable tecnológica aporta ampliamente a la descarbonización del autotransporte de carga, al considerar a los vehículos híbridos y eléctricos, así como el mantenimiento y renovación de unidades como una de las principales medidas para lograrlo. De igual manera reconocen que el aporte en una mejor capacitación y aplicación de normatividad, son factores clave para una disminución en el consumo de combustible. Si bien el tema de la descarbonización del transporte de carga y las medidas para lograrlo es un tema ampliamente estudiado a nivel internacional, esta propuesta aporta a reconocer la opinión de uno de los actores principales del sector, el conductor del autotransporte de carga. Es recomendable ampliar el número de participantes que laboran en los principales corredores logísticos del país e incluir a los empresarios hombre-camión que son actores predominantes del transporte de carga en el país.

## Evaluación de la resistencia mecánica del papel comercial tratado con PVA

Orli Vega Villegas<sup>1\*</sup>, Miguel Alvarado Flores<sup>1</sup>, Juana Deisy Santamaría Juárez<sup>1</sup>, Ricardo Agustín Serrano<sup>2</sup>, Miguel Ángel Hernández Espinoza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química BUAP, Puebla, México

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Físico Matemáticas BUAP, Puebla, México

Correo electrónico: orlivv6@gmail.com\*

*Palabras clave:* Experimento, mecánica, papel, tratamiento y polímero

Una gran cantidad de contaminación de suelo y agua son provocadas por bolsas de plástico, y las bolsas de papel han sido una alternativa a esta situación, su resistencia es una de las características más significativas en su uso y su reforzamiento no debería causar más problemas ambientales. Las características del alcohol polivinílico (PVA) favorecen un ambiente limpio, hidrofóbico y oleofóbico al papel para su uso en diferentes industrias como la alimenticia sin generar más contaminantes durante su degradación. Se busca reforzar papel comercial con un polímero amigable con el ambiente y que permita la mejora del material. Se lleva a cabo el reforzamiento del papel comercial (papel Kraft) sometiendo probetas de este a diferentes tratamientos por medio de un diseño experimental 23 en el que varía la concentración del polímero (1% y 5% m/v), las capas aplicadas al papel (2 y 4) y la temperatura de secado (75°C y 100°C). Se obtuvo una gráfica de stress-strain para cada experimento, siendo las interacciones más significativas las de los tres factores (concentración, no. capas y temperatura), los factores más significativos fueron la concentración y el número de capas aplicadas. Así mismo, los datos del máximo de resistencia mecánica obtenidos fueron de  $\sigma = 3,806,567.58 \text{ N/m}^2$  y  $\sigma = 3,442,869.46 \text{ N/m}^2$ , valores de los experimentos con la aplicación de 4 capas aplicadas usando la solución al 5%, por el contrario, los valores mínimos de resistencia mecánica obtenidos fueron de  $\sigma = 1,162,754.97 \text{ N/m}^2$  y  $\sigma = 1,534,975.05 \text{ N/m}^2$ , en los que se aplicaron 2 capas de la solución al 1%. Los tratamientos dieron como resultado un papel con mayor resistencia mecánica que aunado a las propiedades del PVA nos ofrecen seguridad para su uso en la venta de cualquier producto que necesite de ambientes limpios para su transporte y almacenamiento.

## Bisfenoles en recibos impresos en papel térmico, un cambio necesariamente urgente para un futuro sustentable

Karen Hernández Carmona<sup>1</sup>, Miguel Velázquez Manzanares<sup>1</sup>, Judith Amador Hernández<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, México  
Correo electrónico: judith.amador@uadec.edu.mx\*

*Palabras clave:* Bisfenoles, papel térmico, disruptores endócrinos, contaminantes emergentes

En 2015, la Organización de las Naciones Unidas promulgó los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre los cuales el tercer objetivo busca garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades. Un grave problema que enfrenta la población es la exposición a bisfenoles, catalogados como disruptores endócrinos. En este trabajo, se determinaron el bisfenol A y seis compuestos análogos en recibos comerciales expedidos en papel térmico en el estado de Coahuila, México. A través de una red de voluntarios con distintas prácticas de consumo, se colectaron 4 288 recibos provenientes de diferentes regiones del estado. De éstos, se analizó una submuestra de 73 recibos mediante extracción sólido-líquido con disolventes eutécticos y cromatografía de líquidos con detección fotométrica. Entre los resultados obtenidos, destaca la presencia de los siete bisfenoles en los recibos analizados, algunos de ellos en concentraciones por arriba de los 20 000 mg/Kg. En la mayoría de ellos, no se cumple la normativa europea vigente desde 2020 que fija una concentración máxima de bisfenol A de 200 mg/Kg en papel térmico. Considérese que la Unión Europea redefinió en 2023 la ingesta diaria tolerable de BPA en 0.2 ng/kg de peso corporal/día; la exposición a BPA en seres humanos se evalúa principalmente por su determinación en orina mediante cromatografía de líquidos- espectrometría de masas. Se destaca, por ejemplo, que tan sólo un recibo comercial con una superficie de 254 cm<sup>2</sup> tuvo un contenido total de 22 mg de bisfenol B y 29 mg de bisfenol S. Debido a las cantidades alarmantemente grandes de bisfenoles y su diversidad, se recomienda la transición generalizada y urgente de recibos comerciales impresos en papel térmico a recibos electrónicos, como ya lo hacen algunas entidades comerciales.

## Comparativo del Distintivo S en un hotel de la Ciudad de Orizaba, Veracruz, México

María Edith Quezada Fadanelli<sup>1\*</sup>, Marlene Munguía Martínez<sup>1</sup>, Gabriel Ruiz Contreras<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica. Km 4 Carretera a la Compañía S/N, Tepetitlanapa, 95005 Zongolica, Veracruz, México  
Correo electrónico: edith\_quezada\_p40@zongolica.tecnm.mx\*

*Palabras clave: Certificación, sustentabilidad, hotel, turismo*

En México, la Secretaría de Turismo instauró el distintivo S como un reconocimiento a las buenas prácticas sustentables en los proyectos de tipo turístico, con el objetivo de incentivar en empresas formales de este sector el uso adecuado de sus recursos, promoviendo con ello el desarrollo sustentable y los beneficios que acompañan estas estrategias, tales como ser empresas reconocidas por el gobierno federal, reducir sus costos de operación, mejorar su rentabilidad y posicionamiento en el mercado, entre otros. Sin embargo, en México los estudios de certificaciones de sustentabilidad en hoteles de 3 estrellas son incipientes, sobre todo en la zona centro del estado de Veracruz en las empresas dedicadas al servicio de alojamiento. Por lo anterior, el presente trabajo de investigación fue un estudio de caso de un hotel ubicado en la ciudad de Orizaba, Veracruz, México, siendo el objetivo comparar las medidas de sustentabilidad realizadas por los hoteles certificados con el distintivo S en México con el hotel caso de estudio que permita el diseño de un plan de mejora de actividades sustentables que le brinden la oportunidad de obtención del distintivo S a mediano plazo. Se realizó una investigación documental, exploratoria, descriptiva y cualitativa. Los resultados arrojaron que de las 11 medidas implementadas por los hoteles certificados con el distintivo S el hotel en estudio sólo implementó 7, por lo cual se requiere de realizar un plan de acción que le permita la mejora sustentable de sus procesos como: sistemas ahorradores de luz y agua, uso de sistemas constructivos sustentables, programas de protección a la biodiversidad y una planta de tratamiento residual. Por lo tanto, el estar certificado le dará oportunidades de crecimiento, incrementando las ventas y cubriendo las expectativas de un nicho de mercado.

## Cuidado de la piel masculina como parte de una vida sana y bienestar: Análisis bibliométrico

Reyna María Ibarra Vázquez<sup>1\*</sup>, Carlos Antonio Ríos- Saldaña<sup>1,2,3</sup>, Ericka Maldonado Pesina<sup>1</sup>, Lidia Guadalupe Cavazos Galán<sup>1</sup> y Gregorio Hernández Salinas<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares, Linares, México.

<sup>2</sup>Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios de la Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, México.

<sup>3</sup>BioCórima, A. C., Arteaga, México.

<sup>4</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Veracruz, México.

Correo electrónico: reynaibarra03@gmail.com\*

*Palabras clave: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), producción científica, salud, cosmética masculina*

Garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades es esencial para el desarrollo sostenible (ODS 3). Por ello, los problemas en la piel, el órgano más grande del cuerpo humano, podrían afectar gravemente todo el cuerpo. Una molestia cosmética excesiva, puede producir ansiedad, depresión y otros problemas psicológicos que afectan la vida de los pacientes. Sin embargo, los hombres suelen cuidarse menos la piel debido a barreras culturales. No obstante, el mercado de la cosmética masculina parece ser una industria potencialmente en auge y varias marcas ya producen líneas específicamente masculinas. Por lo tanto, el propósito de este estudio es presentar un panorama bibliométrico de las principales tendencias de investigación en el cuidado de la piel masculina. Para lograrlo se consultó la base de datos de la Web of Science (WoS) y se utilizó la siguiente cadena de búsqueda: “skincare” AND “men” en el título, las palabras clave y los resúmenes de todos los documentos de la “Core collection” de WoS. Por razones de calidad, se incluyeron los tipos de documentos etiquetados como artículos, revisiones y congresos. Se encontraron 138 documentos, de los cuales 111 (80%) son artículos, 19 (14%) son revisiones y ocho (6%) está dividido entre capítulos de libros, libros y artículos de acceso anticipado. Las investigaciones científicas sobre el cuidado de la piel masculina empiezan en 1994 y presentan una tasa de crecimiento anual del 13.21%; aunque ha tenido un aumento considerable a partir del 2017. Las instituciones norteamericanas, especialmente en Estados Unidos, lideran las investigaciones en esta área. Finalmente, estos resultados ayudan a los académicos a comprender las tendencias de investigación sobre el cuidado de la piel masculina para reforzar la alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud.

## Los Objetivos de Desarrollo Sostenible para la Creación del Valor Compartido en el turismo

Claudia Carolina Lacruhy Enríquez<sup>1</sup>, Arturo González Torres<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Milpa Alta

Correo electrónico: claudiac.le@loscabos.tecnm.mx

*Palabras clave: Objetivos de Desarrollo Sostenibles, Residencias Profesionales, vinculación*

El propósito de la investigación fue analizar los estudios acerca de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Creación de Valor Compartido en el turismo. Se realizó una revisión sistemática de literatura en Google Académico y Emerald Insight. En la primera fase se obtuvieron 208 artículos, conforme a los criterios de selección, se usaron 50. Se aplicaron métodos estadísticos descriptivo e inferencial de criterios de calidad de los artículos de investigación; los resultados mostraron que el 54% de las investigaciones son de la región de América, siendo Colombia el país precursor con el 18%, y en Europa, España con el 18%. La metodología de los estudios resultó 50% cualitativos; el 55% con el objeto de estudio de empresas turísticas. Solamente el 18% son revisiones de literatura de ODS y Creación de Valor Compartido, cada variable analizada por separado. Los estudios abordan desde la percepción y contribución de stakeholders, agendas locales, comunidades indígenas, proyectos de emprendimiento social y sustentable hasta cadenas hoteleras, aun así, coinciden que aún es un tema poco estudiado con relación a evidencia práctica y empírica. A nivel internacional los estudios de ODS y CVC, evidencian que aceptan la teoría, y muestran avances de estudios aplicados en el sector hotelero. Se concluye que son escasas las investigaciones empíricas que muestran los avances de las empresas turísticas con relación de las variables mencionadas en los destinos turísticos.

## Comercialización de miel de abeja melipona (*Melipona beecheii*) producida en Chunkanán, Hecelchakan, Campeche, México

Jesús Froylán MartínezPuc<sup>1\*</sup>, Zeyli Alejandra Pineda León<sup>1</sup>, William Rolando Cetzal Ix <sup>1</sup>,  
NoelAntonio González Valdivia<sup>1</sup>, Elvira María Quetz Aguirre<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná.  
Calle 11 entre 22 y 28, Colonia Centro, C.P. 24520, Chiná, Campeche, México.  
Correp electrónico: froyitovarroo@hotmail.com

*Palabras clave:* meliponicultura, *Melipona beecheii*, miel, precio

Se conoce como meliponicultura a la cría de las abejas nativas sin aguijón o abejas meliponas, esta actividad se practicaba en la Península de Yucatán antes de la llegada de los conquistadores españoles, existiendo referencia de esta práctica en los antiguos códigos y textos sagrados. El objetivo del presente estudio fue identificar las principales formas de comercialización de miel de abeja melipona (*Melipona beecheii*) producida en la localidad de Chunkanán, Hecelchakan, Campeche, México. Entre mayo y junio de 2023, se identificaron un total de cinco meliponicultores en la localidad de Chunkanan, Hecelchakan, Campeche, México. La información se recolecto mediante una cédula de entrevista, la información se registró en una base de datos de una hoja de cálculo del programa Excel (Microsoft Office®), y fue analizada a través de los parámetros e indicadores de estadística descriptiva (gráfica de barras), así como medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar). El precio promedio del litro de miel es de \$850.00 pesos con un mínimo de \$750.00 y un máximo de \$1,000.00 pesos. La miel se cosecha dos veces al año (la primera cosecha se realiza entre abril y junio y la segunda de octubre a noviembre). Ningún productor realiza la diversificación de la producción, por tanto, existe una oportunidad de brindar capacitación en temas como elaboración de jabones, shampoo y otros productos para dar un valor agregado a la miel. Es importante mencionar que la meliponicultura es una actividad que se ha perdido con el paso del tiempo en la localidad y que representa una actividad de importancia cultural, ecológica y económica por lo cual, se debe realizar acciones que fomenten el rescate y la conservación de esta actividad.

## Del negocio a la toma de conciencia en Certificación Global Recycled Standard en empresa textil

Imelda Vega Platas<sup>1\*</sup>, Evelinda Santiago Jiménez<sup>1</sup>, Galilea Rodríguez Giles<sup>1</sup>, Gamaliel Rivera Romero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Puebla  
Correo electrónico: imelda.vega@puebla.tecnm.mx\*

*Palabras clave: reciclaje, toma de conciencia, certificación, liderazgo y medio ambiente*

Las empresas quieren mejorar sus negocios, incrementar sus ventas y ampliar sus mercados, así como aspirar a contratos que proporcionen una estabilidad económica. Establecer la meta de lograr una Certificación Global Recycled Standard (GRS) ha surgido actualmente en la agenda de las empresas textiles por la exigencia de sus clientes. Sin embargo, en el camino al cumplimiento de estos requisitos ambientales, sociales, de reciclaje y restricciones químicas, pueden llegar a la toma de conciencia. El objetivo de este estudio es implementar la Norma GRS en una empresa textil maquiladora, mediante el análisis de una lista de verificación para la aplicación de un plan de trabajo, que asegure el cumplimiento de todos los requisitos de la Certificación GRS, utilizando el método de mejora continua PHVA: planear, hacer, verificar y actuar, considerando que el diagnóstico nos indica que esta empresa textil tiene fortalezas en los requisitos de tipo social y debilidades en los requisitos de reciclaje, también en requisitos ambientales y de control químico. Por lo que es importante capacitar al personal y aplicar el plan de trabajo para construir día a día una cultura de protección del medio ambiente donde se asegure finalmente la toma de conciencia. Parte importante será comprobar la influencia del liderazgo en la toma de conciencia de todo el personal, aumentar el uso de materiales reciclados en sus productos y reducir el daño causado por su producción. Se concluye que la empresa está en frecuentes cambios e inversiones ya que inició sus actividades en el año 2021 y se enfrenta en un proceso continuo de aprendizaje, a pesar de que el nivel de estudios de los trabajadores es básico, se pueden tomar acciones para que adquieran las competencias necesarias para que se logran sus objetivos estratégicos de la empresa con el compromiso de la gerencia.



# Educación para el desarrollo sustentable

## Redes de trabajo en gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe

Alejandro Agustín Abbatecourly<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe, República Argentina  
Correo electrónico: aleabbate1@yahoo.com.ar

*Palabras clave: Redes, residuos, grupos, sustentable, gestión*

Sin dudas que la gestión de los residuos sólidos urbanos en América Latina y El Caribe presenta problemas en cada uno de los países y requiere de abordajes de trabajo en forma regional y la labor mancomunada entre los diversos actores que participan de la coyuntura actual es fundamental y es de vital importancia el permanente contacto e interacción mediante entornos virtuales que permitan el aporte e intercambio de información, conocimientos, experiencias. El objetivo del trabajo fue generar una base de datos de espacios virtuales existentes que abordan en forma directa o indirecta la gestión de los residuos sólidos urbanos. Para ello, se realizó la recopilación de diferentes espacios virtuales y se determinó el alcance temático de cada uno, además se establecieron consideraciones comunes entre ellos respecto a los ejes de trabajo abordados y como resultados se identificaron 84 entornos específicos con información exclusiva sobre gestión de residuos siendo el 68 % de los casos redes, 12 % grupos de trabajo, 9 % asociaciones, 7 % plataformas y solo 4 % como fundaciones. Entre los principales temas abordados, un 12 % de los casos abarca el desarrollo sostenible y sustentable, 11 % la gestión integral de residuos y también en un 11 % es sobre la economía circular, 7 % el reciclaje, 7 % el cambio climático y la ingeniería de residuos con un 5 %. Además, algunos sitios son más especializados en temas de biodigestión y biomasa, residuos electrónicos, basuras marinas, incineración, entre otros. Como conclusiones se puede afirmar la existencia en el continente de diversa cantidad de entornos virtuales, bajo diferentes figuras jurídicas, todos con el espíritu de aportar al sector de residuos y generar vínculos que permitan disponer de espacio para el tratamiento y discusión de temáticas específicas relacionadas al complejo manejo y gestión de los residuos.

## Investigaciones en Desarrollo Sustentable: Metaanálisis de un Lustró

Francisco Javier Mejía Ochoa<sup>1\*</sup>, Isaac Sánchez Anastacio<sup>1</sup> y Juan Carlos Rojas Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Veracruz, México  
Correo electrónico: francisco\_javier\_mejia\_125@zongolica.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* desarrollo sustentable, metaanálisis, revisión sistemática

Un metaanálisis es una técnica que sintetiza los resultados de distintas investigaciones. En el ámbito del desarrollo sustentable existen múltiples estudios, sin embargo, no todos son recientes. Ahora bien, un metaanálisis de artículos científicos en el área del desarrollo sustentable con alcance de un lustro, permite reunir estudios teórico-prácticos, e identificar principales beneficios sociales. Desde el enfoque del desarrollo sustentable, este aporte es útil para tomadores de decisiones: académicos, investigadores y emprendedores, entre sus aplicaciones despeja incógnitas, ahorra tiempo en búsquedas y lecturas, su factibilidad radica en brindar soporte estadístico. El objetivo del presente estudio fue realizar un metaanálisis de investigaciones en desarrollo sustentable, para la identificación de su evolución y tendencias, periodo 2018 – 2022. Inicialmente, se hizo una revisión sistemática del tema “Desarrollo Sustentable”, con diseño transversal, documental y bibliográfico. El estudio recopiló trabajos relevantes para su discusión, toda vez que cumplieron con los criterios de inclusión (artículos científicos) y exclusión (literatura gris), cada investigación se evaluó conforme a los términos de validez de la declaración PRISMA. Para el análisis de datos se utilizaron las plataformas Dimensions.ai y Lens.org en la codificación-extracción y resultados. Se identificaron más de treinta y nueve mil estudios, entre literatura gris y artículos científicos, solo 33 publicaciones fueron incluidas, estas representan lo esencial de la revisión sistemática, entre 2018-2022 crecieron de manera exponencial las investigaciones en desarrollo sustentable, concentradas en pocos países; Reino Unido y Estados Unidos lideran. Entre sus principales áreas se encuentran las sociedades humanas, ciencias medio ambientales, agricultura, entre otras. Se concluye que las investigaciones en desarrollo sustentable presentan una evolución y tendencias en las siguientes temáticas: desarrollo urbano, turismo sustentable, resiliencia, educación ambiental, energía sostenible, conservación de especies, economías solidaria y circular, cambio climático, ciudades inteligentes, entre otras.

Finalmente, estos resultados podrían justificar nuevas líneas de acción para futuras investigaciones.

## Intervención educativa en línea con énfasis en orientación alimentaria y prevención para adolescentes

María Elena Acosta<sup>1\*</sup>, Minerva Barrera<sup>1</sup>, Hilda Beatriz Gómez<sup>1</sup>, Julieta Dávila<sup>1</sup>, Melany Jaqueline Tamez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio Militarizado “General Mariano Escobedo” Unidad 03 Montemorelos Av. Las Adjuntas 537, Montemorelos, N.L.

Correo electrónico: cbm03escudero@gmail.com\*

*Palabras claves:* Intervenciones educativas, alimentación, redes sociales, estudiantes, salud.

Las intervenciones educativas relacionadas con la alimentación, tienen un rol importante en el desarrollo de hábitos alimentarios saludables y prevención de enfermedades crónicas en adolescentes. La facilidad para el uso de redes sociales para promover salud, representa una oportunidad para que los estudiantes y sus familias adquieran conocimientos que les ayuden a desarrollar estilos de vida saludable y mejorar su calidad de vida. El objetivo es establecer un modelo de intervención educativa en modalidad en línea sobre orientación alimentaria y prevención para la salud, para estudiantes de nivel medio. El estudio es de tipo observacional descriptivo transversal, se utilizó como caso de estudio los estudiantes del Colegio Militarizado “General Mariano Escobedo” (n=450 estudiantes de nivel medio superior), se incluyeron 10 infografías con recomendaciones de dieta, se aplicó un cuestionario de conductas alimentarias de riesgo (CAR) y se evaluó la percepción de imagen corporal. Se utilizó el paquete estadístico SPSS, versión 21.0 para análisis. Dentro de los resultados encontrados, 48 estudiantes cuyas edades oscilan entre 14 a 17 años, participaron voluntariamente en la evaluación de la intervención (47.9% mujeres y 52.1% hombres), 80% recibieron infografías en sus dispositivos electrónicos, 93.6% refirieron que la información es útil y adecuada para entender el tema. No mostraron conductas alimentarias de riesgo, y la percepción de imagen corporal no está definida en este grupo de estudiantes. En conclusión, los estudiantes calificaron la información gráfica como medio eficaz para instruir en salud, por lo que la educación en línea podría ser un medio efectivo para educación y promoción de la salud.

## Diagnóstico del Perfil de Estudiantes en Ciencias Agrícolas: Implicaciones en la Enseñanza y Futuro Profesional

Samara Guzmán Enríquez<sup>1</sup>, Esaú Ruiz Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Humanidades y Educación. Tecnológico de Monterrey

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus I.T. Conkal

Correo electrónico: sguzmanenriquez@yahoo.com.mx

*Palabras clave:* Competencias, Currículum académico, Educación Superior; Influencia familiar y social, Innovación educativa

Esta investigación se enfoca en el Objetivo de Desarrollo Sostenible de Educación de Calidad de la ONU, que promueve inclusión, acceso a la educación superior e implica mejorar la oferta académica centrada en los estudiantes. Por ello, el objetivo de este estudio fue diagnosticar el perfil vocacional, socioemocional y de percepción educativo-profesional de estudiantes de ciencias agrícolas, utilizando al Tecnológico Nacional de México Campus Conkal como caso de estudio. Se consideraron diversas variables (edad, género, nivel académico, perfil socioemocional y vocacional). La metodología fue mixta con diseño transversal. La recopilación de datos fue con encuesta en línea durante febrero 2023. El análisis fue realizado con Qualtrics Pro, Excel y Minitab obteniendo estadísticos descriptivos y agrupaciones de respuestas cualitativas. Por limitaciones de internet la muestra tuvo 100 participantes. Resultados: La muestra incluyó 93% estudiantes y 7% docentes, siendo 60% hombres y 40% mujeres. Aquellos menores de 23 años representaron el 63%. El 14% eran estudiantes de posgrado (Ciencias agrícolas) y 86% de Ingeniería en agronomía. El 56% expresó convicción con su elección académica, pero solo 32% con la escuela. Socioemocionalmente, solo 17% manifestó motivación al logro y 13% empatía. Los encuestados enfatizaron la importancia de mejorar procesos de enseñanza, incluyendo competencias en matemáticas, estadística y software. Destacaron la relevancia de involucrar a los estudiantes en proyectos vigentes y actualizar planes académicos. Sugirieron que docentes mejoren sus habilidades teórico-prácticas, compromiso y recursos utilizados. Señalaron la necesidad de mejorar los métodos de evaluación y retroalimentación. Conclusiones: Los participantes respaldan el programa académico, pero muestran insatisfacción con la Institución. Sugieren mejorar habilidades socioemocionales y currículum. Esto permitirá mejorar estrategias educativas, oferta académica, servicios y comunicación con estudiantes y docentes, fomentando mayor satisfacción y confianza en la Institución, en línea con la agenda internacional de Desarrollo Sostenible de la ONU. Futuras investigaciones podrían fortalecer desempeño estudiantil.

## Factibilidad del Voluntariado en dos Municipios de Colima que Coadyuve los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Julio Humberto Ríos Romo<sup>1\*</sup>, María Sánchez Losoya<sup>1</sup>, Mario Alfredo Benites Montes<sup>1</sup>, Martha Rocío Chávez Guzmán<sup>2</sup>, Patricia Gaspar Cruz<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Colima.

<sup>2</sup>Facultad de Economía de la Universidad de Colima.

<sup>3</sup>Profesora de idiomas independiente en Colima.

Correo electrónico: julio.rios@colima.tecnm.mx\*

*Palabras clave: factibilidad, voluntariado, Objetivos de Desarrollo Sostenible*

El trabajo voluntario ha demostrado históricamente el mejoramiento y desarrollo de comunidades, al abordar necesidades locales, el bienestar social y los lazos de solidaridad y unión entre sus miembros. Este estudio de investigación se llevó a cabo en dos municipios de Colima; Manzanillo y Villa de Álvarez, con la finalidad de determinar la factibilidad de coadyuvar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Combinando enfoques cualitativos y cuantitativos; el diseño utilizado fue mixto, se emplearon entrevistas y cuestionarios para obtener una visión integral y alcanzar los objetivos establecidos. Las variables definidas incluyeron: nivel de conciencia, disponibilidad de oportunidades de voluntariado, grado de compromiso comunitario. También se aplicó un enfoque participativo involucrando a miembros de los H. Ayuntamientos en los aspectos relevantes a analizar. La recopilación de la información se realizó mediante entrevistas semiestructuradas y cuestionarios aplicados a funcionarios gubernamentales y habitantes de los municipios. Los resultados fueron analizados mediante codificación y categorización, identificando patrones y temas emergentes. Los datos cuantitativos se procesaron mediante software estadístico para obtener resultados numéricos; se compararon los hallazgos cualitativos y cuantitativos para validar las conclusiones y obtener una visión holística. Los resultados mostraron una alta conciencia sobre el voluntariado en ambos municipios e identificaron diversas oportunidades de participación. Se destacó el compromiso comunitario en estrategias que apoyan directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En conclusión, el voluntariado es factible en los dos municipios y puede ser un aliado importante para el logro de los ODS. Se recomienda fortalecer la colaboración entre la comunidad y el gobierno para aprovechar su potencial en el desarrollo sostenible local. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para guiar futuras acciones y programas que contribuyan de manera significativa al progreso sustentable y sostenible de la región.

## Las residencias profesionales y su incidencia en los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Claudia Carolina Lacruhy Enríquez<sup>1</sup>, Virginia Berenice Niebla Zatarain<sup>1</sup>, Ericka Maldonado Pesina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares, Linares, México

Correo electrónico: claudiac.le@loscabos.tecnm.mx

*Palabras clave:* Objetivos de Desarrollo Sostenibles, Residencias Profesionales, vinculación

El objetivo de la investigación fue evaluar la contribución de los sectores públicos privados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, por medio de los proyectos de Residencias Profesionales de los estudiantes de Ingeniería en Administración, del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Los Cabos. La metodología fue cualitativa, de alcance descriptivo y diseño transversal. Se diseñó una matriz de categorización con las siguientes variables: proyecto, estudiantes, asesor externo, asesor interno, empresas participantes, sector, actividad económica, sector, nivel de vinculación y Objetivos de Desarrollo Sostenible prioritarios. La muestra fue en cadena a 65 proyectos, mismos que se analizaron con estadística descriptiva. Los principales resultados mostraron que los estudiantes en las Residencias Profesionales desarrollan proyectos aplicados que contribuyen a la competitividad de micro, pequeñas, medianas y grandes empresas de la región, abordando en las diversas áreas funcionales. El 84% son empresas del sector privado, y 15% del sector público. Los principales ODS del aporte de los proyectos de residencia en orden de relevancia son el ODS 8 con un 83%, el ODS 4 con un 11% y el ODS 12 con un 9%, los proyectos abordan estrategias para las empresas con relación al trabajo decente, promoción de emprendedores, programas de capacitación, planes de negocio, planes estratégicos, incubación de proyectos y manuales operativos para diversas áreas funcionales. Los ODS con menor contribución son el ODS 11 con 3%, ODS 17 con 2% y ODS 3 con 2%, son proyectos de manuales para contingencia COVID-19, manual de operación de una dependencia del gobierno municipal para promoción económica y turismo. En conclusión, el estudio es una radiografía de cómo la academia, a través de las Residencias Profesionales contribuyen a la Agenda 2030 en la región.

## Caracterización de las revistas científicas del Tecnológico Nacional de México: Estudio preliminar

María Elizabeth Vallejo Ramos<sup>1\*</sup>, Carlos Antonio Ríos-Saldaña<sup>1,2,3</sup>, Alex Fernando López Rodríguez<sup>1</sup>, César Martínez Maldonado<sup>1</sup>, César Martínez Tovar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares, Linares, México

<sup>2</sup>Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios de la Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, México

<sup>3</sup> BioCórima, A. C., Arteaga, México

Correo electrónico: mvallejo@itlinares.edu.mx

*Palabras clave:* Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), educación de calidad, revista arbitrada, revista indexada, sustentabilidad.

La Organización de las Naciones Unidas ha establecido la Educación de Calidad como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4), ya que esta mejora competencias técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento. En este contexto, las instituciones de educación superior no sólo tienen la responsabilidad de generar nuevos conocimientos, sino de ponerlos al servicio de la sociedad. Un instrumento para lograrlo son las publicaciones científicas, es decir, las publicaciones en las que se realiza revisión por pares. El presente trabajo caracteriza las publicaciones científicas editadas por distintos campus del Tecnológico Nacional de México (TecNM). Los objetivos concretos son:

i) identificar las revistas arbitradas del TecNM; ii) determinar las revistas indexadas, especialmente en Journal Citation Reports (JCR), Scopus, Latindex y CONACYT; iii) describir aspectos generales como antigüedad de la revista, citas recibidas y costos de publicación. Para ello, se revisaron, sistemáticamente, las páginas web de los 254 campus del TecNM. Sólo las revistas arbitradas y con Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadas (ISSN) formaron parte de la muestra. Para evaluar la cantidad de citas recibidas en cada revista se utilizó Google Académico. Se encontró que el TecNM cuenta con 18 revistas científicas arbitradas con ISSN, de las cuales 15 (83%) lo tienen vigente, mientras que tres (17%) lo tienen en trámite. Así mismo, sólo nueve (50%) de estas revistas están indexadas. Ninguna de las revistas del TecNM se encuentra indexada en CONACYT, JCR o Scopus. De las revistas indexadas, la más citada es “Conciencia Tecnológica”, editada por el Instituto Tecnológico de Aguascalientes, que, a su vez, es la publicación más longeva (desde 1997). Sólo tres (17%) de las revistas indexadas aplican cargos por publicar. Estos resultados facilitarán que docentes y estudiantes accedan a información actualizada, publicada en las mejores revistas del TecNM.

## Conocimiento del Instituto Tecnológico de Linares al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Reyna Leticia Ortiz Aguirre<sup>1\*</sup>, Juana María Escobedo Salazar<sup>1</sup>, María Guadalupe Martínez Dueñas<sup>1</sup>, Sanjuanita Perales Hernández<sup>1</sup>, Luis Ángel Zúñiga Banda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Linares  
Correo electrónico: rortiz@itlinares.edu.mx\*

*Palabras claves:* Objetivos de desarrollo Sostenibles (ODS), Educación, Calidad, Instituto Tecnológico de Linares, Sostenible

La Agenda 2030 convoca a las Instituciones de educación superior (IES) a contribuir al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), los cuales aspiran a garantizar una vida sostenible, próspera y justa para todos. Avanzar hacia la consecución de estos ODS requiere una transformación de conocimientos, valores y actitudes, por ello las IES juegan un papel muy importante, como actores potenciales determinantes. El objetivo de este proyecto fue obtener información sobre el conocimiento, compromiso y aportes del personal docente y directivo del Instituto Tecnológico de Linares (ITL), al cumplimiento de los ODS de la ONU. La metodología fue cualitativa y de alcance descriptivo e interpretativo, la cual incluyó cuatro fases: preparación de la investigación, trabajo de campo, análisis de datos y presentación de resultados. Para la recolección de datos se aplicó un formulario en línea, diseñado con bloques de preguntas abiertas y cerradas, agrupadas en rubros: Gobierno y participación, Formación, Enseñanza e investigación, Gestión de los campus y Vinculación, el cual fue enviado mediante cuentas institucionales a toda la planta docente y directiva de la institución. La tasa de respuesta fue de 49 formularios atendidos, es decir el 73.13%. Los principales resultados mostraron que el Plan de Desarrollo Institucional es el documento que expresa su compromiso institucional, que los aportes desde el área de docencia atienden a: Educación de calidad, Igualdad de género e Industria, innovación e infraestructura. En cuanto a las acciones sobre investigación e innovación tecnológica y de extensión o proyección social son: proyectos institucionales y de innovación, foros y congresos. En conclusión, este proyecto muestra el conocimiento, compromiso y aportes del personal docente y directivo del ITL al cumplimiento de los ODS de la ONU, lo cual permitirá diseñar un plan de trabajo institucional para implementar acciones colectivas hacia un futuro más inclusivo y sostenible.

## Educación vs Pandemia: Rendimiento académico en la asignatura Programación del Instituto Tecnológico de Linares

Oscar Mario Galarza Sosa<sup>1\*</sup>, Ericka Maldonado Pesina<sup>1</sup>, Cesar Martínez Tovar<sup>1</sup>, Miguel Ángel Gallegos de la Cruz<sup>1</sup>, César Iván Elizondo Guzmán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares, Linares, México.  
Correo electrónico: omgalarza@linares.tecnm.mx

*Palabras clave:* Covid19, Educación de calidad, Rendimiento académico

En el año 2020, la pandemia del COVID-19 se propagaba por todo el planeta, la mayor parte de los países anunciaron el cierre temporal de las escuelas, lo que afectó a más del 91 % de los estudiantes en todo el mundo. Y ya para abril de 2020, cerca de 1600 millones de niños y jóvenes estaban inmersos en clase online. Problema que afectó a la educación superior, en su proceso de enseñanza aprendizaje, por lo que fue necesario enfrentar las necesidades académicas y deserciones escolares, consecuencia de una contextualización académica forzada para continuar el ciclo escolar con clases en forma virtual o mixta. Así que con base en lo antes expuesto y tomando en cuenta los ODS, en específico el 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades y el 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover los aprendizajes durante toda la vida, se optó por efectuar un estudio completo que aporte información relevante para generar alternativas de solución para desarrollar una enseñanza efectiva y evitar deserciones escolares en tiempos de pandemia para la materia de programación de la carrera de IEME, mediante la implementación de un modelo con base en prácticas de programación, como estrategia didáctica. Una vez concluido el periodo evaluado, se recopiló de datos de dos muestras, con y sin metodología de trabajo, de las cuales se recopilaron calificaciones, mismos que se analizaron mediante un ANOVA de dos factores, reflejando que la variable de aprovechamiento escolar de un 58% de aprobados durante la pandemia, incremento a un 88% en presencial, mejorando con ello el rendimiento académico de los estudiantes y disminuyendo la deserción escolar en el Instituto Tecnológico de Linares con la técnica propuesta.



# Energías alternativas

## Obtención asistida por ultrasonido de nanomateriales poliméricos con poliestireno incorporando grafeno y nanotubos de carbono

Alma Rosa Torres Rodríguez<sup>1\*</sup>, Aidé Sáenz Galindo<sup>1</sup>, Adali Oliva Castañeda Facio<sup>1</sup>, RosalDalia Narro Céspedes<sup>1</sup>, Francisco González González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Cuerpo Académico de Ciencia y Tecnología de Polímeros, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. Venustiano Carranza y José Cárdenas Valdés, Código Postal 25280, Saltillo, Coahuila, México.

Correo electrónico: alma-torres@uadec.edu.mx\*

*Palabras clave:* Poliestireno; nanotubos de carbono; grafeno; nanomateriales

Los plásticos han hecho la vida del ser humano más práctica debido a su fácil procesamiento y bajo costo. Sin embargo, presentan tiempos de degradación muy largos. Dentro de los plásticos encontramos a los plásticos de un solo uso, los cuales algunos están elaborados a base de poliestireno (PS). El PS ha sido utilizado como matriz polimérica para la obtención de materiales y nanomateriales poliméricos, a los cuales se les incorporado como fase discontinua alótropos de carbono como grafeno (GF) y nanotubos de carbono de pared múltiple (NTCPM), logrando así mejorar sus propiedades. El presente trabajo tiene como objetivo obtener nanomateriales a base de PS reciclado incorporando GF y NTCPM asistiendo el proceso mediante energía de ultrasonido (US). Para esto se llevó a cabo la recolección, limpieza y desinfección del PS. Posteriormente el PS se diluyo en acetato de etilo y se adicionó GF y NTCPMen concentraciones de 0.5, 1 y 3%, la mezcla se llevó a baño de US por 5 minutos a temperatura ambiente, para después dejar secar por 24 horas. La caracterización se realizó mediante espectroscopia de FTIR, ángulo de contacto y medición de resistividad eléctrica. De acuerdo a los resultados se observó un cambio importante en la hidrofobicidad de los nano materiales en comparación con el PS blanco, además al analizar los espectros de FTIR se observa que no hay modificación en la estructura del PS. También se observó que las resistividades de los nanomateriales mostraron valores menores en comparación con los valores del PS blanco. Por lo anterior se concluyó que al incorporar GF y NTCPM estos transfirieron la carga al PS, por lo que se obtuvieron nanomateriales con propiedades mejoradas, los cuales podrían ser utilizados para aplicaciones futuras en baterías o como sensores eléctricos.

## Lámpara solar amplificada con agua fabricada con materiales asequibles para comunidades sin luz eléctrica

Guillermo Zamora<sup>1</sup>, Emmanuel Trujillo, Lázaro Orozco<sup>1</sup>, Melani Montoya<sup>1</sup> y Ricardo Escudero<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio Militarizado "General Mariano Escobedo" Unidad 03 Montemorelos Av. Las Adjuntas 537, Montemorelos N.L.

Correo electrónico: cbm03escudero@gmail.com\*

*Palabras claves:* lámpara solar, asequible, sostenible, prototipo, bajos recursos.

Uno de los principales factores que contribuye al cambio climático es el consumo de energía, que aporta más de la mitad de las emisiones globales de los gases de efecto invernadero. No obstante, el 13% de la población mundial todavía no tiene acceso a servicios de electricidad. Por ello, desde hace mucho tiempo se ha tratado de proporcionar una solución asequible y sostenible para la falta de acceso a la energía eléctrica en comunidades de bajos recursos. La lámpara solar propuesta se construye utilizando materiales reciclados y de fácil acceso. Se basa en la técnica de "A Liter of Light", que utiliza botellas de plástico llenas de agua para refractar la luz solar y brindar iluminación en los hogares. El diseño se modificó para crear una lámpara de mano con una base de PVC, un panel solar de 9 voltios y luces LED. El proceso de construcción incluye la creación de la base de PVC, la conexión del circuito eléctrico y la instalación de una botella de plástico con agua clorada. Las pruebas realizadas demostraron que el prototipo es efectivo, con una intensidad luminosa de 85-90 lúmenes y un rango de visibilidad de aproximadamente 2.5 metros. El proyecto no solo proporciona luz limpia y duradera, sino que también fomenta el uso de energía renovable además de reutilizar botellas de plástico. En conclusión, este proyecto brinda una solución de iluminación asequible y sostenible para comunidades de bajos recursos, contribuyendo al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 (energía asequible y no contaminante).

## Carbón activado obtenido a partir de *Sargassum spp.*

Oswaldo Moreno Anguiano<sup>1\*</sup>, Luis Fernando Pintor Ibarra<sup>1</sup>, José Guadalupe Rutiaga Quiñones<sup>1</sup>, José Juan Alvarado Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México

Correo electrónico: oma7387@hotmail.com\*

*Palabras clave:* activación química, relación de impregnación, temperatura de activación

El carbón activado es un material poroso muy versátil usado en muchas aplicaciones debido a su gran área superficial y porosidad, utilizado para filtrar y purificar contaminantes. Existen dos métodos de obtención carbón activado: activación química y activación física. La activación química consiste en poner en contacto el material precursor con el agente activante antes de la carbonización. Para la obtención de carbón activado se utilizan como precursores, materiales carbonosos como el carbón mineral, la turba, entre otros. Sin embargo, hay materiales renovables que podrían emplearse como precursores en la obtención de carbón activado, tal es el caso del sargazo. El objetivo del presente trabajo es determinar el rendimiento en porcentaje de carbones activados obtenidos a partir Se obtuvieron carbones activados a partir de *Sargassum spp.* empleando ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) al 30% como agente activante. Se utilizaron tres relaciones de impregnación, R1, R2 y R3 (R = masa disolución/masa madera) y las temperaturas de activación fueron 400, 450 y 500 °C durante un tiempo de dos horas. Se determinaron los rendimientos de carbón activado obtenido para cada tratamiento. Se llevó a cabo un ANOVA para probar si hay diferencias significativas, y prueba de Tukey para comparar los tratamientos. Los mejores rendimientos los presentaron los carbones producidos con una relación de impregnación de R2 y R3 y una temperatura de activación de 400 °C. Mientras que los menores rendimientos se lograron a con una R1 y temperatura de 500 °C. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. De acuerdo con las relaciones de impregnación, la R2 presentó diferencias significativas con R1 y R3. Respecto a las temperaturas, el mayor rendimiento fue para 400 °C. La temperatura de activación y la relación de impregnación influyen en el rendimiento de los carbones.

## Extracción de metabolitos de hojas de *Lavandula officinalis* asistida por ultrasonido, con potencial aplicación biológica

Wendy Y. Villastrigo López\*<sup>1</sup>, Aidé Sáenz Galindo<sup>1</sup>, Miriam D. Dávila Medina<sup>1</sup>, Adali O. Castañeda Facio<sup>1</sup>, Christian J. Cabello Alvarado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, Coahuila. Blvd. Venustiano Carranza y José Cárdenas Valdés. C.P. 25280. Saltillo, Coahuila, México

<sup>2</sup>CONAHCYT-Centro de Investigación en Química Aplicada, Enrique ReynaH. No.140, San José de los Cerritos, C.P. 25294, Saltillo, Coahuila, México.

Correo electrónico: wendy\_lopez@uadec.edu.mx\*

**Palabras clave:** *Lavandula officinalis*, ultrasonido, metabolitos secundarios.

Las plantas son una fuente muy importante de metabolitos secundarios. La lavanda pertenece a la familia Lamiaceae y recientemente se han buscado alternativas de extracción que sean amigables con el medio ambiente, entre las cuales se encuentra la asistida por ultrasonido. Por lo cual, el objetivo del presente trabajo es obtener los metabolitos secundarios presentes en las hojas de *Lavandula officinalis*, empleando ultrasonido como método de extracción. Para la extracción se molieron las hojas secas de *Lavandula officinalis*, posteriormente se pesaron 5 g y se colocaron en 10 mL de etanol, esto fue llevado a un baño de ultrasonido por 30 min y 1 h. Los extractos obtenidos se caracterizaron por FTIR-ATR, HPLC-MS, TGA y pruebas antimicrobianas empleando el método de difusión en agar. En los resultados, los mayores porcentajes de rendimiento fueron de 9.56 % a 30 min. Lo que nos indica que el uso del ultrasonido es una alternativa viable, sujeta a los principios de la química verde, ya que en un menor tiempo se obtuvieron rendimientos aceptables. Mediante HPLC-MS se demostró que se lograron extraer metabolitos secundarios como el ácido benzoico, sesaminol, ácido feruloyl tartárico, quercetina, entre otros y por último se demostró que los extractos poseen propiedades antibacterianas frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. En conclusión, la metodología propuesta permitió obtener algunos de los metabolitos secundarios presentes en las hojas de *Lavandula officinalis* con buenos rendimientos, usando un baño de ultrasonido como alternativa para evitar el uso de procesos de extracción largos y de mayor consumo de energía. Se trabajó bajo los postulados de la química verde, puestos que no se generaron residuos y se emplearon disolventes que no son tóxicos. También se demostró que estos extractos poseen propiedades antibacterianas lo que hace excelentes candidatos para diversas aplicaciones dentro del área de medicina.

## Eficiencia energética en el corredor logístico Cuautitlán-Tepetzotlán-Tultitlán, estrategia hacia distritos de energía neta cero

Edgar Roberto Sandoval García<sup>1\*</sup>, Yasuhiro Matsumoto Kuwabaraa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/TES de Cuautitlán Izcalli

<sup>2</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados -IPN

Correo electrónico: edgar.sg@cuautitlan.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* eficiencia energética, sistema fotovoltaico, corredor logístico CTT, energía neta cero

En México, la principal fuente de energía del sector servicios es la electricidad, la cual creció su demanda a un ritmo del 7.04% de forma anual durante el periodo 2013-2019. El principal objetivo de investigación fue obtener una primera estimación del consumo eléctrico de la industria logística situada en el principal corredor logístico de la Zona Metropolitana del Valle de México, el corredor Cuautitlán-Tepetzotlán-Tultitlán (CTT), además de identificar medidas de eficiencia energética e inclusive considerar la autogeneración a través de energía solar fotovoltaica para contribuir a desarrollar una vía hacia consumo de energía neta cero. Para lograr el objetivo principal de este estudio, se parte de un análisis del consumo energético del sector servicios y su tendencia de crecimiento a mediano plazo. Enseguida, partiendo de la normatividad nacional se define el consumo eléctrico promedio por área de edificación y con información de empresas especializadas en bienes raíces de carácter industrial, se estima el área disponible en el Corredor CTT. Con la información así obtenida se realiza una estimación del consumo eléctrico del sector logístico instalado en el corredor CTT de aproximadamente 967.5G Wh/año. De aplicarse las medidas de eficiencia energética mencionadas en este estudio y considerando el potencial de los sistemas de energía fotovoltaica, es posible contribuir al cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de -18% del sector servicios y el desarrollo de objetivos de desempeño energético rentables para lograr un consumo de energía neta cero.

## Codigestión anaerobia de residuos ganaderos para la producción de biogás como fuente de energía renovable

Juan Díaz Vela<sup>1</sup>, Alejandra Ramírez Martínez<sup>2</sup>, Luis Antonio López Escobar<sup>1</sup>, y Noemi Nava Valente<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Huatusco, Calle 22 Sur S/N Col. Centro, 94100. Huatusco, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Colegio de Posgraduados Campus Veracruz, Carretera Xalapa-Veracruz Km. 88,5, Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, 91690, Veracruz, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., Unidad Noreste, Autopista Monterrey-Aeropuerto, Vía de la Innovación 404, Parque PIIT, 66628, Apodaca, Nuevo León, México.  
Correo electrónico: nnava@ciatej.mx\*

*Palabras clave:* Biometano; Codigestión anaerobia; Pretratamiento térmico; Biomasa

En México, se generan 9.19 millones de toneladas de estiércol porcícola y 7.57 millones de toneladas de estiércol bovino, además de residuos remanentes de forraje cultivado para alimentación de ganado, estos tres residuos poseen características que los convierten en una biomasa con potencial para la producción de bioenergía, por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del pretratamiento térmico en la codigestión anaerobia semicontinua de estiércol porcícola, bovino y forraje para la producción de biogás. Se elaboró una mezcla de residuos con proporción v/v de 30% estiércol porcícola, 30% estiércol bovino y 40% forraje para posteriormente aplicar un pretratamiento térmico de 90°C y 90 min. Se evaluó el incremento de carga orgánica cada 10 días iniciando en 0.5 KgSV/m<sup>3</sup> hasta 1 KgSV/m<sup>3</sup>, evaluando remoción de Sólidos Volátiles (SV), pH, producción de biogás y metano. Los resultados indicaron que la eficiencia de remoción de SV osciló entre 37 y 41 %, valores de pH entre 7.21-7.3, biogás entre 0.7-1.3 L/d y entre 62-69% de CH<sub>4</sub> para el reactor alimentado con la mezcla de residuos cruda, sin embargo, el pretratamiento térmico aplicado a la mezcla de residuos favoreció el proceso anaerobio reportándose remoción de SV entre 39-47%, pH 7.47-7.81, generación de biogás de 0.9-2 L/d y 72-78% de CH<sub>4</sub>. El pretratamiento térmico favoreció la remoción de SV, producción de biogás y porcentaje de CH<sub>4</sub>, la sinergia entre los tres residuos equilibró el proceso anaerobio permitiendo incrementar la producción de bioenergía (biogás) con aplicación en áreas productivas ganaderas.

## Auditoría energética en una universidad del noreste de México para promover la eficiencia energética

Edgar Adrián Alameda de Alva<sup>1\*</sup>, Samuel Cepeda del Carmen<sup>1</sup>, Oscar Mario Galarza Sosa<sup>1</sup>, Miguel Ángel Gallegos de la Cruz<sup>1</sup>, José Francisco Coronado Vázquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Linares

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Cd. Victoria Tamaulipas.

Correo electrónico: 120720078@linares.tecn.mx\*

*Palabras clave:* Auditoría energética, Eficiencia energética, Objetivos de Desarrollo Sostenible

La auditoría energética debe estar inmersa en los programas o planes de eficiencia energética de cualquier organismo. El ahorro de energía aunado a la mejora continua en la eficiencia energética son desafíos significativos que se deben afrontar. Toda institución, de nivel superior debe plantearse si sus instalaciones cumplen con un diseño optimizado desde la perspectiva energética. Una optimización energética adecuada ayuda a el uso eficaz de la energía y la reducción de los costos energéticos. Por lo que la tendencia es ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles en los países en desarrollo. El objetivo de este documento fue la de realizar una auditoría energética en una institución de Educación Superior en la Ciudad de Linares Nuevo León, orientada al consumo eléctrico. Para efectuar una auditoría energética, depende en gran medida de la organización de estudio, y el nivel de impacto que se requiera. La metodología consiste en una serie de etapas: diagnóstico inicial, análisis de costos por energéticos, inventario, mediciones de parámetros (en este caso relacionados con la electricidad) y propuestas correctivas. La implementación permitió detectar que en el campus universitario se presenta un inadecuado uso de la energía eléctrica, debido a la falta de mantenimiento en los equipos de mayor consumo, como los son los aires acondicionados y a la falta de sensibilidad de la comunidad. Dicha auditoría permitió desarrollar estrategias para la optimización de ahorro de energía eléctrica, por ejemplo: programar los mantenimientos preventivos a equipos o en el mejor de los casos, crear comités para el cuidado energético. Asimismo, fomentar ahorro en el sistema eléctrico a nivel local que eviten saturaciones. Este proyecto atiende de forma fundamental los objetivos de desarrollo sostenible, en específico al ODS 7 que garantiza el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.



# Ingeniería y procesos industriales

## Dispositivo de asistencia con sensores de distancia ultrasónicos

César Martínez Tovar<sup>1\*</sup>, César Iván Elizondo Guzmán<sup>1</sup>, Gregorio Hernández Salinas<sup>1</sup>, Brian David Charles Barrera<sup>1</sup>, José Ángel García Márquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares, Linares, México.  
Correo: cmartinez@linares.tecnm.mx

*Palabras clave:* Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), sensores, discapacidad visual.

Las personas con discapacidad visual en México requieren de dispositivos que le brinden una asistencia de forma efectiva para una mayor libertad de movimiento, que eviten accidentes y que apoyen su integración fácilmente en distintos ambientes sociales. Por ello es necesario el desarrollo de elementos electrónicos de vanguardia, que permitan mejorar la calidad de vida de este sector de la sociedad. Sin embargo, la mayoría de estos módulos no son económicos, lo que conlleva a que gran parte de los afectados con esta discapacidad, no tengan acceso a los mismos. Por lo tanto, el propósito de este proyecto es hacer frente al contexto, al desarrollar un dispositivo electrónico de detección de obstáculos accesible. Para la fabricación del elemento se implementó una programación C++, en la cual se establecieron los parámetros de control de los diferentes accesorios, desde la sensibilidad hasta los tiempos de reacción de los indicadores, todo ello integrado en una tarjeta de control con microprocesador, un regulador a 110 volts, sensores ultrasónicos y actuadores. Por pruebas de laboratorio, personas con el dispositivo, lograron evadir obstáculos (pared, mesas, etc.) en un 96%, el margen de error presentado fue principalmente por un mal ajuste de la calibración del sensor. La implementación del dispositivo permite detectar obstáculos, emitir alertas sonoras y vibratorias, logrando con ello mejorar la movilidad del usuario. Este proyecto atiende directamente los objetivos de desarrollo sostenible, pues el dispositivo permite reducir las desigualdades e igualar oportunidades de empleo al integrar personas con discapacidad, contribuyendo con ello a mejorar su calidad de vida.

## Efecto de un aditivo impermeabilizante de calidad ambiental en la durabilidad del concreto armado en ambientes corrosivos

Abraham Juárez Rodríguez<sup>1\*</sup>, José Trinidad Pérez Quiróz<sup>2</sup>, Jesús Porcayo Calderón<sup>3</sup>, Alfredo Quinto Hernández<sup>4</sup>

<sup>1</sup>División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec, Morelos, 62780, México.

<sup>2</sup>División de Laboratorios de Desempeño Vehicular y Materiales, Instituto Mexicano del Transporte, Pedro Escobedo, Querétaro, 76703, México.

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, 83000, México.

<sup>4</sup>Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Tecnológico Nacional de México- Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec, Morelos, 62780, México.

Correo: mg04090717@zacatepec.tecnm.mx\*

*Palabras claves: Concreto, Durabilidad, Porosidad.*

Las obras civiles como puentes, presas y sistemas de alcantarillado, requieren de un uso masivo del concreto armado. Su vida útil es dictada por la durabilidad que desarrolla el concreto al evitar su deterioro cuando se expone al medio ambiente. Así, una estrategia para incrementar la durabilidad, calidad del concreto armado y reducir gastos de su mantenimiento es el uso de aditivos. El presente trabajo explora los efectos del aditivo impermeabilizante en polvo Vandex en sus versiones calidad ambiental para concreto armado para determinar cómo la durabilidad de tales materiales es afectada al exponerse a ambientes basados en agua de mar sustituta y agua potable. Los efectos del aditivo se monitorearon a los 7, 14, y 28 días, concluido el periodo de curación, realizando comparaciones de ensayos por triplicado con un testigo. Se prepararon y curaron probetas de concreto armado (100×200 mm) a las cuales se les aplicó superficialmente el aditivo, así como sus respectivos concretos de referencia. Ambos tipos de concreto fueron expuestos a los medios corrosivos, para enseguida realizar estudios de durabilidad, tal como porosidad, resistencia a la compresión, microscopia electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de energía dispersiva de rayos X (EDS) y difracción de rayos X (DRX)), y de espectroscopia infrarroja (FTIR). Los estudios de resistencia a la compresión indican que las probetas adquirieron valores  $F_c$  aceptables a los tiempos de fraguado bajo estudio en comparación con valores ya reportados. La presencia de  $\text{CaCO}_3$  (Calcita) y otros componentes como  $\text{SiO}_2$  (cuarzo) en los concretos fue revelada por los estudios de DRX, EDS y FTIR. Los ensayos SEM muestra diferencias relevantes de la morfología superficial de los concretos armados con respecto a sus referencias, mientras que los ensayos de porosidad muestran una mejora importante en la durabilidad del concreto armado cuando el aditivo es aplicado.

## Estudio del aprovechamiento de la energía solar en una máquina extrusora horizontal de plásticos

José Alonso Dena Aguilar<sup>1\*</sup>, Juan Carlos Delgado Flores<sup>2</sup>, Arturo Díaz Ponce<sup>3</sup>, Víctor Manuel Velasco Gallardo<sup>2</sup>, Edgar Zacarias Moreno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>EPM CONAHCYT, Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. Prol. Constitución 607 20200 Aguascalientes, Ags.

<sup>2</sup>Departamento de Ingenierías. TecNM/I. T. de Pabellón de Arteaga 20670 Pabellón de Arteaga, Ags.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. Prol. Constitución 607 20200 Aguascalientes, Ags.

Correo electrónico: josealonso\_dena@hotmail.com

*Palabras clave:* Extrusión de plásticos, seguidor solar, PTC

En este trabajo, el objetivo es estudiar la capacidad de la energía solar como sistema de precalentamiento de una máquina extrusora horizontal de plásticos prefabricada mediante el uso de un colector solar de canal parabólico (PTC) con seguimiento solar automático para alcanzar temperaturas mayores a los 100 °C sustituyendo parcialmente el uso de resistencias eléctricas. Para ello, se diseña, construye e integra un PTC con seguimiento solar dentro de la geometría de la extrusora. El PTC consta de una parábola reflejante de 2000 mm de lado recto y 900 mm de ancho y está fijada a un armazón curvo de acero. El barril de la extrusora funge como el receptor y está ubicado en el foco lineal de la parábola a 500 mm. El seguimiento solar emplea un algoritmo de control programado en Python 3 en una tarjeta Raspberry Pi 3B (RPi), la cual está comunicada principalmente a una interfaz, un sistema mecánico de movimiento y a un sensor solar desarrollado con fotorresistencias LDR GL5516. La RPi recibe las señales del sensor, las procesa y emite las salidas hacia el sistema de movimiento y así orientar automáticamente el PTC según la posición aparente del Sol. El equipo se colocó bajo el Sol, se activó el modo automático de seguimiento y se realizaron pruebas experimentales de medición de las temperaturas alcanzadas por el barril. Los ensayos se realizaron en el periodo del 12 de abril al 15 de mayo de 2023. En particular, en el día 11/05/2023 en un horario de exposición de las 11:00 a las 14:00 horas local, se lograron registrar temperaturas entre 140 y 159 °C en el barril. Las temperaturas alcanzadas permiten concluir que la energía solar puede ser empleada en un proceso convencional de extrusión como sistema de precalentamiento de una máquina extrusora horizontal.

## Proceso amigable con el medio ambiente a través de la catálisis heterogénea en la síntesis de un carbamato de interés industrial

Lydia Ma. Pérez<sup>1\*</sup>, Marco Antonio Fernández Contreras<sup>1</sup>, Ma. Del Consuelo MendozaHerrera<sup>1</sup>, Enrique Salgado Villavicencio<sup>1</sup>, Verónica Rodríguez Soria<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Química, Avenida San Claudio y 18Sur, C.P. 72570 Puebla, Puebla, México

<sup>2</sup>Facultad de Biotecnología, Universidad Popular Autónoma de Puebla, Puebla, México Correo: lidia.perez@correo.buap.mx

*Palabras clave:* catálisis heterogénea, carbamatos, contaminación

La catálisis heterogénea en la síntesis de compuestos orgánicos (especialmente en carbamatos) se muestran como una alternativa viable frente a los problemas de la contaminación ambiental, además de ser un medio eficiente para la reducción de productos contaminantes. Entre las grandes ventajas que ofrece el empleo de catalizadores heterogéneos encontramos: facilidad de separación de los productos de reacción, reciclaje eficiente, la reducción al mínimo de trazas metálicas en el producto, y un control de manejo y proceso, así como reducción significativa de costos. El objetivo fue sintetizar el carbamato 1-(R)-2-(metoxicarbonilo)-1-fenilcarbamato de metilo de importancia industrial utilizando como catalizador heterogéneo  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . En este trabajo de investigación se evalúa el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , por un método de hidratación, para posteriormente evaluarlo en la síntesis del carbamato, utilizando THF seco, 2-amino-2-feniletanol, catalizador y cloroformiato de metilo, temperatura de 60 °C, a reflujo, agitación constante y flujo de nitrógeno, la reacción se monitorea por (TLC), se filtra, se purifica por cromatografía en columna. El producto de la reacción 1-(R)-2-(metoxicarbonilo)-1-fenilcarbamato de metilo se caracteriza el producto por RMN de  $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$ , punto de fusión y rotación óptica, obteniendo resultados de entre 45-75% de rendimiento, mostrando en primera instancia, los sitios básicos de Brønsted promueven la conversión de  $\beta$ -amino alcoholes a carbamatos de importancia industrial. El uso de catalizadores heterogéneos en reacciones de síntesis orgánica comprueba su fácil separación y la obtención de compuestos amigables al medio ambiente.

## Obtención de un recubrimiento polimérico a partir de poliestireno expandido dedesecho empleando (+)-limoneno

Mitzi Rodríguez Ayala <sup>i1</sup>, Carlos Jesús Sánchez Gómez <sup>1</sup>, José Eduardo López Martínez <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco Correo electrónico: jose\_ambiental@test.edu.mx\*

*Palabras clave:* (+)-limoneno, poliestireno, recubrimiento.

Los problemas que plantean los residuos sólidos traen consigo la necesidad de buscar soluciones que favorezcan un mejor manejo y aprovechamiento de éstos. Con el fin de aprovechar los residuos de poliestireno expandido, se plantea este proyecto con el objetivo de reutilizar estos residuos, empleando disolventes amigables con el ambiente y reincorporarlo en un proceso productivo generando valor agregado. Para la obtención del recubrimiento se realizaron diferentes formulaciones: relación volumétrica (+)- limoneno/H<sub>2</sub>O 3/1, 2/1 y 1/1; temperatura ambiente, 30, 45 y 60 °C. Se empleó un diseño de experimentos, usando dos variables de respuesta sobre el recubrimiento obtenido: acción impermeabilizante al agua y acción antioxidante sobre una superficie metálica.

Los resultados de la acción impermeabilizante del recubrimiento polimérico obtenido, de acuerdo con la metodología descrita: se encontró que la temperatura ideal es de 60 °C, una relación volumétrica (+)-limoneno/H<sub>2</sub>O: 2/1; con ello, el porcentaje de agua retenida fue del 37 %. Esto sugiere un carácter hidrófobo de la película polimérica obtenida y la potencial acción impermeabilizante que puede aplicarse. El presente proyecto, tiene una contribución al objetivo 12, Producción y Consumo Responsables, de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, en la meta cinco: “de aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.” Se encontró que la aplicación del recubrimiento sobre el papel filtro causa una disminución en la cantidad de agua absorbida (alrededor del 36%). Sin embargo, la temperatura no tiene una influencia en ello, ya que no se muestra una tendencia entre el aumento de la temperatura y la cantidad de agua absorbida. Por otra parte, durante la disolución del poliestireno expandido, la temperatura sí tiene un rol destacado, ya que provoca que el tiempo de disolución aumente proporcionalmente.

## Estabilización y cuantificación de lignina contenida en cáscara de coco comoprecursor en la producción de bioturbosina

Eslly Damaris Flores Barrera<sup>1\*</sup>, Macdiel Emilio Acevedo Quiroz<sup>2</sup> y Alfredo QuintoHernández<sup>3</sup>

<sup>1</sup>División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec, Morelos, 62780, México<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Básicas, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec, Morelos, 62780, México

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec, Morelos, 62780, México  
Correo: damaariss.fb@outlook.com\*

*Palabras clave:* lignina, Klason, cáscara de coco

La lignina es un biopolímero con alto contenido aromático, constituido principalmente por fenilpropanoides (alcoholes p-cumarílico, coniferílico y sinapílico). Las ligninas extraídas por técnicas tradicionales (kraft, sulfonada, organosolv) tienden a condensarse, limitando su uso por la baja reactividad que presentan. Por el alto contenido de lignina (~40%) presente en la cáscara de coco (*Cocos nucifera* L.), un residuo agroindustrial de bajo aprovechamiento y valor económico nulo, se plantea su uso alterno como precursor de biocombustibles, tal como la bioturbosina, que requiere un contenido de ~20% de componentes aromáticos. Evitando la condensación de lignina, es posible su de polimerización con un alto rendimiento de monómeros aromáticos di y tri sustituidos, que posteriormente pueden ser tratados para obtener los constituyentes aromáticos de bioturbosina. Este trabajo tiene como objetivo cuantificar lignina en cáscara de coco y desarrollar un pretratamiento de su estabilización por acetales basado en formaldehído para evitar su condensación. El trabajo se desarrolló en dos etapas. La primera fue la cuantificación de la lignina presente en la cáscara de coco usando los métodos Klason y de ácido sulfúrico asistido por cisteína (CASA), en la segunda; se llevó a cabo su extracción y estabilización. Las ligninas obtenidas en ambas etapas se sometieron a análisis de espectroscopia infrarroja en la región media para monitorear su evolución. Se determinó que el contenido de lignina presente fue de 39.18% para el método CASA, y 41.67% para método Klason, mientras que el rendimiento de lignina estabilizada fue de 11.32%. El análisis FTIR demostró la estabilización de lignina al observarse bandas asociadas con la presencia de acetales, en comparación con lignina no estabilizada. En conclusión, la lignina contenida en cáscara de coco se cuantificó para posteriormente extraerse y estabilizarse con acetales, demostrando que la lignina estabilizada puede resultar en una fuente de monómeros con aplicación en la obtención de bioturbosina.

## Película de poliestireno expandido reciclado con nanopartículas metálicas y propiedades antibacterianas / foto-oxidativas

C. A. De León Condes<sup>1</sup>, G. Roa Morales<sup>2</sup>, P. Balderas Hernández<sup>2</sup>, María G. González Pedroza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/ TES de Tianguistenco, Santiago Tianguistenco 52650.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma del Estado de México, (UAEMex), Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable (CCIQS) UAEM-UNAM, Toluca 50200.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias, Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), Toluca 50200

Correo electrónico: cristina\_arely@test.edu

*Palabras clave: foto-oxidativa, nanopartículas metálicas, poliestireno reciclado*

El desarrollo de materiales innovadores y sostenibles, como alternativa de gestión de residuos plásticos en los próximos años, contribuirá a reducir el impacto en el medio marino y terrestre el cual afecta a la salud humana, y está alineado con los ODS de producción y consumo responsable. El objetivo fue obtener película de poliestireno expandido reciclado adicionando nanopartículas (NPs) metálicas para acelerar la degradación foto-oxidativa ante la exposición de la luz del sol específicamente la radiación UV. La metodología fue: (1) obtener (NPs) por proceso verde, (2) desarrollar tres distintos bloques de muestras experimentales con 20mg de NPs, 10mg de NPs y sin NPs, (3) caracterizar las muestras por espectroscopia Uv-Vis, dispersión de energía de rayos X (EDS), con el microscopio electrónico de barrido (SEM) y difracción de rayos X, (4) exponer los bloques a la luz del sol por 30 días, (5) evaluar variables de pérdida de peso (mg), tiempo (días) y cantidades de catalizador, (6) evaluar la actividad antibacterianas de las nanopartículas. La obtención de datos monitoreo la pérdida de peso, relacionada con la rotura de las cadenas del material plástico. El análisis de datos fue mediante ANOVA y análisis de regresión lineal. Después de la exposición por 30 días el resultado mostro deterioro en la morfología superficial y pérdida de peso en las muestras que contenían 20mg de NPs, 10mg de NPs y sin NPs al 2.7%, 2.8% y 1% respectivamente. El mejor resultado fue a menor proporción de NPs lo que sugiere que al adicionar mayor cantidad de catalizador en la superficie puede originar apelmazamiento excesivo de NPs ocasionando bajo rendimiento, la ecuación de regresión lineal calcula 2.3 años en degradarse por completo ante exposición del sol. Las propiedades antibacterianas mostraron zona de inhibición.

## Sistema de servicios orientado a la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

Mayra Corona Andrade<sup>1</sup>, Guillermo Cortes Robles<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México Campus Orizaba Correo electrónico: m10010295@orizaba.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* Gestión, residuos, aparatos, eléctricos, electrónicos

Se creó un sistema de producción de servicios centrado en la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, con la finalidad de favorecer la economía circular, reducir los riesgos a la salud y contribuir a la mejora del medioambiente. El desarrollo del servicio se realizó mediante el Design Thinking con herramientas de apoyo como: mapa de actores, análisis PESTEL, mapa de la experiencia del usuario, la encuesta, gráficas de pastel, el modelo CANVAS y el Diseño del Servicio mediante la separación del sistema de producción del servicio en procesos directos (Front Office) y procesos indirectos (Back Office). Para validar el sistema en una razón operativa económica, se construyó el prototipo en simulación. El resultado fue un sistema viable que inicia desde la recolección, el diagnóstico y selección de los residuos de los aparatos, su tratamiento (reparación, mantenimiento, readaptación, consignación o despiece), así como la recuperación y reutilización de piezas, materiales o componentes; además, impulsa la logística inversa que ayuda a prolongarla vida útil de equipos o materiales, propiciando la conservación de los recursos naturales, reducción de los costos de fabricación, disminución de la generación de residuos y la minimización del impacto ambiental fomentando así, la economía circular. La mayoría de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos son recolectados y reciclados informalmente, puesto que, son una fuente de contaminación y un riesgo para la salud, el fomentar modelos de negocios orientados a una gestión formal de estos residuos, ayuda a mitigar los riesgos mencionados.

## Diseño de un modelo para la recolección y disposición final de aceites lubricantes automotrices usados

Israel Tejada Cortés<sup>1\*</sup>, Guillermo Cortés Robles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Orizaba  
Correo electrónico: ma10010593@orizaba.tecnm.mx\*

*Palabras Clave:* Gestión de residuos oleosos, Economía circular, Design Thinking y MiPyMEs

El objetivo del proyecto fue implementar prácticas adecuadas de gestión de residuos oleosos en las MiPyMEs de la región de Orizaba, Veracruz, con el fin de desarrollar un modelo de servicio que pueda transferirse a otras regiones del país. La correcta disposición final de residuos oleosos fue esencial para prevenirlos efectos negativos sobre el medio ambiente, en México se estima que se generan cientos de millones de litros de desechos oleosos debido al mantenimiento regular de más de 50 millones de vehículos domésticos en el país. En el proyecto se propuso un modelo de servicio que involucra la participación activa de diversos actores, como talleres mecánicos, autoridades locales y la población en general, para promover la sensibilización sobre la importancia de la gestión adecuada de los residuos tóxicos. Se maximiza el valor del aceite usado mediante la recolección, almacenaje, promoción, distribución, refinación, fabricación y venta, en el marco de una economía circular. El proyecto se basó en la metodología de Design Thinking, la investigación de mercado y la evaluación de las necesidades de los clientes y usuarios del servicio. Se empleó la logística inversa y economía circular para incrementar el valor del aceite usado al ser regenerado. Se destaca la relevancia de los aspectos técnicos y operativos del servicio, que ofrece beneficio en las MiPyMEs de la región. Como resultados el proyecto demostró éxito en el cumplimiento de sus objetivos al contribuir a la protección del medio ambiente mediante el reciclado de residuos oleosos. Generó beneficios económicos al maximizar el valor del aceite usado a través de su regeneración o reutilización. Promovió una cultura que se adhiere a las normatividades establecidas por la SEMARNAT.

## Compósito Biobasado, Quitosano/Hidroxiapatita/Nanotubos de Carbono Modificados con Extracto de Romero, para Aplicación Biomédica

Juanita Daria Flores Valdez<sup>1\*</sup>, Aidé Sáenz Galindo<sup>1</sup>, Adali Oliva Castañeda Facio<sup>1</sup>, Claudia Magdalena López Badillo<sup>1</sup>, Sandra Cecilia Esparza González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, Coahuila, México

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Odontología, Saltillo, Coahuila, México

Correo de contacto: juanitaflores@uadec.edu.mx\*

*Palabras clave: compósitos biobasados, Hidroxiapatita, NTCPM funcionalizados, Biomaterial*

Los materiales biobasados son obtenidos parcial, o totalmente, a partir de residuos y recursos naturales. Siendo una vía sostenible para el desarrollo y mejoramiento de materiales para diversas aplicaciones. En este sentido, en el presente trabajo se desarrolló un material biobasado para su posible aplicación biomédica, empleando energía de ultrasonido. La obtención de este compósito consistió en una solución de quitosano (CH), añadirle 30 % de hidroxiapatita (Ha) (sintetizada a partir de cáscaras de huevo) y 0.5 % de nanotubos de carbono modificados con extracto de romero (NTCPM-M). El material fue analizado mediante espectroscopia infrarroja FTIR-(ATR), análisis termogravimétrico (TGA), actividad antibacteriana y ensayos de viabilidad celular (MTT). El compósito presentó una homogeneización, atribuido a las interacciones entre el Ch y la Ha, elucidado por FTIR-(ATR) ya que permitió conocer los grupos funcionales presentes en el material. En TGA se observaron dos pérdidas de peso, teniendo 40.1 % de peso residual. Asimismo, demostró tener inhibición frente *S. aureus*. En el ensayo de MTT (células 3T3, 24 h de contacto), se comparó con los controles + y-, presentando una viabilidad del 88.24 % y según la norma ISO 10993-5 es posible su aplicación en la biomedicina, específicamente, el material obtenido tiene potencial para ser utilizado en el desarrollo de apósitos, cementos óseos, andamios, etc. Por lo que, la metodología propuesta es una vía ecológica y sustentable para obtener biomateriales, ya que al llevarla a cabo no se generaron residuos tóxicos, además de usar desechos y recursos naturales disponibles, cayendo dentro de tres (salud y bienestar, energía asequible y no contaminante y acción por el clima) de los 17 objetivos del desarrollo sustentable.

## Regadera de baño inteligente para automatizar el ahorro de agua

Ricardo Gabino Betancourt Sánchez<sup>1\*</sup>, Juan Manuel Gallegos Herrera<sup>1</sup>, Juan Antonio Villanueva Flores<sup>1</sup>, Irieri Reyes Scott<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Santiago Papasquiaro  
Correo electrónico: Papasquiaro\*ricardo.bs@spapasquiaro.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* microcontroladores, sensores, IoT

Dentro de los usos del agua que toda persona realiza es el tomar una ducha en promedio un mexicano se baña 3 veces por semana. Considerando que desperdicia una cantidad de entre 5 y 10 litros aproximadamente de agua limpia al inicio de cada baño esperando el agua caliente y mientras se logra regular la temperatura, ya que cada persona prefiere una temperatura para bañarse. Los objetivos fueron analizar, diseñar, construir e implementar una regadera de baño inteligente que mediante el uso de sensores, servos y programación en Arduino se automatice el ahorro de agua durante el inicio del proceso al momento de tomar una ducha. Se analizó el determinar cuál era la temperatura que tiene el agua a unos centímetros antes de salir por la regadera. Una vez que se determina, se define una temperatura que el usuario guste bañarse, y si la temperatura del agua no es igual o mayor a la temperatura establecida por el usuario, el agua nunca saldrá por la regadera y deberá redirigirse a un depósito donde se acumule, y si la temperatura es igual o superior a la establecida por el usuario, el agua debe poder salir por la regadera. Concluida esta fase se continuó con el diseño, construcción e implementación. El dispositivo trabaja con una aplicación móvil que le dan la libertad al usuario de hacer las configuraciones al dispositivo de regadera desde su Smartphone, e integra sensores de temperatura avanzados que recopilan datos, también consta de micro controladores que analizan la información obtenida, que posteriormente son procesados a través de programación y se convierten en instrucciones que son ejecutadas por los actuadores. Con el uso de este dispositivo se pretende ahorrar hasta 200 litros de agua semanales (dependiendo de varios factores) en un hogar de 4 personas en promedio.

## Síntesis de dendrímeros *Polipropilen Imina* para su uso como modelo de inhibidores sustentables para corrosión

Tania Guerra García<sup>1\*</sup>, Raquel Eunice Hernández Ramírez<sup>2</sup>, Jesús Porcayo Calderón<sup>3</sup> y Alfredo Quinto Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No.27, Col. Centro, Zacatepec, Morelos, 62780, México

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, Av. 16 de Septiembre No. 54, Coacalco, Estado de México, 55700, México

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, 83000, Correo electrónico: México\*mg16090326@zacatepec.tecnm.mx

*Palabras clave:* Dendrímeros, Porfirinas, Corrosión

Los inhibidores verdes a la corrosión han surgido como una opción ecológica a los inhibidores comerciales, pues al provenir de la biomasa prometen evitar contaminación ambiental. La eficiencia de estos inhibidores tiene relación con su capacidad de recubrir superficies, que subsecuentemente depende de la presencia de grupos funcionales en el inhibidor. El uso de precursores renovables para preparar inhibidores verdes como los extractos de plantas, biopolímeros o aceites esenciales se caracterizan por la presencia de grupos funcionales, incluyendo carboxilos, hidroxilo, imina y amino. Sin embargo, la relación entre la conducta inhibitoria con la presencia y organización de grupos funcionales no es entendida del todo en inhibidores verdes y representa una oportunidad para diseñarlos con una alta eficiencia. Una alternativa es explorar esta relación a partir de dendrímeros que presentan una arquitectura controlada de grupos funcionales, la cual funcione como 'moléculas modelo' de inhibidor verde. Este trabajo reporta la síntesis de dendrímeros Polipropilen Imina (PPI) de generaciones 0, 0.5 y 1. La obtención de PPI generación 0 inició con la desprotección de 5,10,15,20 tetrakis (4-hidroxifenil) 21H,23H porfirina. El dendrímero generación 0.5 se obtuvo a partir del dendrímero generación 0 y acetona con  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ . Finalmente, la obtención del dendrímero generación 1 se realizó con el dendrímero de generación 0.5, para posteriormente añadir 1,2 etilendiamina. Usando espectroscopia FTIR, se logró identificar la desprotección del grupo metoxien el dendrímero de generación

0. Aquí, se pudo verificar la presencia de OH en los extremos de la molécula. La obtención de generación 0.5 y 1 se logró verificar por FTIR/<sup>1</sup>H RMN. Las bandas de absorción del análisis FTIR demuestran la inserción correcta de grupos funcionales. La síntesis de estas moléculas 'modelo' buscar propuestas eficientes de inhibidores verdes a la corrosión que, con características no tóxicas, amigables con el ambiente y que generen sustentabilidad ecológica.

## Potencial de los humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales de rastros municipales

Jesús Castellanos Rivera<sup>1\*</sup>, Luis Carlos Sandoval Herazo<sup>1</sup>, Flor Idalia Tirado Aguilar<sup>1</sup>, Luis Mejía Macario<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wetlands and Environmental Sustainability Laboratory, Division of Graduate Studies and Research, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Misantla, Veracruz, Km 1.8 Carretera a Loma del Cojolite, Misantla 93821, Veracruz, México

<sup>2</sup>Laboratorio de Ingeniería Bioquímica, División de Estudios Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Misantla 93821, Veracruz, México\*  
Correo electrónico: jcastellanosr@outlook.es\*

*Palabras clave:* humedales construidos, aguas residuales, rastros municipales, contaminación, sustentabilidad.

Las aguas residuales de rastros municipales sin tratar representan un impacto destructivo en la sustentabilidad ambiental, cuando son descargadas en suelos, arroyos o ríos alteran sus propiedades bioquímicas poniendo en peligro la vida de los ecosistemas y del ser humano. Las técnicas convencionales de tratamiento aún no se convierten en opciones asequibles para los países en vías de desarrollo. Los humedales construidos que son soluciones basadas en la naturaleza se han convertido en una alternativa sostenible para atender esta problemática, además de ser amigables con el medio ambiente coadyuvan al cumplimiento de los objetivos del desarrollo sustentable: agua limpia, ahorro de energía, manejo de residuos, reciclaje, etc. En este trabajo, se analizaron diferentes estudios englobando diferentes países y aguas residuales de rastros con diferentes características fisicoquímicas para evaluar la eficiencia del tratamiento de varios tipos de humedales construidos bajo distintas condiciones de diseño y operación. La revisión estuvo estructurada por artículos, capítulos de libros, libros y tesis, publicados tanto en inglés como en español. Para la búsqueda se utilizó Google Scholar, Science direct, 1findr, Springer, Proquest y EBSCO, para el análisis de la información se aplicó estadística descriptiva. Se encontró que los humedales construidos permiten alcanzar altas eficiencias de remoción de contaminantes en cuanto carga orgánica y sólidos en suspensión, así como, eliminación de metales pesados. Los contaminantes emergentes como microplásticos, productos farmacéuticos, y microorganismos patógenos aún son áreas de oportunidad para investigaciones futuras. Los investigadores hacen hincapié en que la eficiencia de los humedales construidos se puede mejorar, usando un tratamiento primario, diferentes configuraciones y empleando sistemas de recirculación de agua. Se requieren más estudios encaminados a la optimización de los criterios de diseño e ingeniería para obtener altos rendimientos y lograr cumplir con las regulaciones ambientales para el vertimiento de efluentes.

## Tuberías Hidráulicas para Viviendas. Adecuada gestión de las tecnologías aplicadas al cuidado del agua

Ramiro Rodríguez Pérez<sup>1\*</sup>, Francisco Palomino Bernal<sup>1</sup>, Fabiola Colmenero Fonseca<sup>2</sup>, Javier Cárcel Carrasco<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán/Departamento de Ciencias de la Tierra.

<sup>2</sup>Instituto de Tecnología de Materiales/PhD. Arquitectura, Patrimonio y Ciudad.  
Universitat Politècnica de València

<sup>3</sup>Instituto de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València  
Correo electrónico: ramiro.rp@cdguzman.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* Agua, ESP 12-E, vivienda social, Monitoreo y control, América Latina

La incorporación de nuevas tecnologías, es una tarea difícil para el caso de América Latina y El Caribe, debido a las limitaciones económicas, las diferentes culturas organizacionales y la falta de conocimientos técnicos. El alto consumo y el uso desmedido del agua se ha convertido en una problemática mundial. Es por ello que a partir de un caso de estudio se desarrolla una metodología cuantitativa para evitar las fugas y eficientizar su consumo, utilizando dispositivos electrónicos y electromecánicos de bajo costo y de libre acceso como la placa de desarrollo ESP-12-E, el sensor ultrasónico JSN-SR04T, sensor de flujo YF-S201 y una electroválvula para el control de apertura y cierre. Posteriormente se utilizó el software Arduino para su codificación y programación, implantado en una vivienda ubicada en Jalisco, México, en donde el sensor ultrasónico, actúa como eje principal, enviando una señal a la placa ESP12-E. Lo que permite indicar la apertura o cierre en la tubería que abastecerá el mueble, detectando la ausencia de un usuario y al mismo tiempo el flujo de agua mediante una señal. En caso contrario el sistema no ejecuta instrucción, abasteciéndolo necesario. Se registró su uso con el monitoreo y control en tiempo real en dos pruebas; la primera para un lavabo convencional y la segunda en una regadera bajo los mismos criterios de utilización, posteriormente se indujo una fuga en el sistema para probar su funcionamiento ante el escenario a intervenir produciendo el cierre de la electroválvula, bloqueando el uso del agua en el lavabo y comprobando el desempeño del sistema. Con lo anterior se concluye que el sistema puede ser usado en cualquier mueble de una vivienda con tuberías CPVC de ½" de espesor y adaptarlo hasta 1" mediante acopladores. La implementación adecuada de este sistema reducirá el consumo del agua hasta un 30%.

## Análisis y sistemas de control de iluminación natural en edificios

Francisco Palomino Bernal<sup>1\*</sup>, Fabiola Colmenero Fonseca<sup>2</sup>, Jorge Arturo Gutiérrez Camarena<sup>3</sup>,  
Ramiro Rodríguez Pérez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán/Departamento de Ciencias de la Tierra

<sup>2</sup>Instituto de Tecnología de Materiales/PhD. Arquitectura, Patrimonio y Ciudad. Universitat Politècnica de València

<sup>3</sup>Universidad de Guanajuato  
Correo electrónico: jufrapabe10@gmail.com\*

*Palabras clave:* análisis dinámicos, Iluminación natural, ahorro energético, BIM (Building Information Modelling), indicadores de desempeño

Los métodos estáticos para el análisis de la luz en los edificios se basan en cálculos para tiempos específicos bajo las condiciones estándares del cielo. Los indicadores más comunes de este tipo son la iluminancia, una medida directa de los niveles de luz interior y el factor de luz diurna (FLD), que nos permite establecer el nivel de luz interior en relación con el nivel de luz exterior. El objetivo es analizar mediante modelos matemáticos (bajo las condiciones estándares la iluminancia) y compararlos mediante la simulación energética de la herramienta BIM (Building Information Modeling). Se utilizó un luxómetro HER-410 para la recolección de datos in situ, en el que se pudo comprobar mediante el muestreo que, es dos veces más por segundo que los datos digitales simulados, en un rango de medición de 0a 100.000 lx con una precisión de +/-5%. Para el cálculo de la iluminancia interior, se utilizó el Método Lumen, que depende tanto del albedo como de las reflexiones de las superficies de los edificios vecinos y las propiedades ópticas de los materiales, la superficie y ubicación del tramo y las dimensiones de las instalaciones. Se identificaron las variables: la iluminancia exterior con el Modelo Phillips y el Módulo de la Illuminating Engineering Society (IESNA), ambos en función de la altura solar. Las otras variables se definen de acuerdo con las condiciones de las instalaciones. Por lo tanto, la altura solar se calculó con los Modelos del British Research Establishment (BRE), Bricambaut y el Dr. McCluney. Se concluye que, al agregar accesorios de iluminación natural, se debe equilibrar los cambios en la ganancia y pérdida de calor, el control del deslumbramiento y la disponibilidad de luz natural, lo que nos permitirá reducir los consumos energéticos asociados a la iluminación artificial.

## Caracterización de residuos generados en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli

Guadalupe Graciela Ramos Rodríguez<sup>1\*</sup>, Edgar Roberto Sandoval García<sup>1</sup>, María Isabel Gayosso Ríos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/TES de Cuautitlán Izcalli  
Correo electrónico: guadalupe.rr@cuautitlan.tecnm.mx\*

*Palabras clave:* Residuos sólidos urbanos, método de cuarteo, peso volumétrico, caracterización de residuos, residuos aprovechables

En el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli (TESCI), se promueve la separación de los residuos sólidos urbanos (RSU), a través de campañas de sensibilización y la implementación de contenedores clasificados por colores y tipos de materiales. El objetivo del presente trabajo es conocer la generación, saber si se lleva de una manera adecuada la separación de los RSU y dar propuestas de mejoras. Se realizó un diagnóstico, sobre el manejo de estos residuos en todas las áreas abiertas del Tecnológico. Los muestreos se realizaron durante los meses de noviembre y diciembre del 2022, realizándose en 22 islas ecológicas de separación primaria con 4 contenedores cada una y 22 islas de separación secundaria con dos contenedores cada una. De acuerdo a lo indicado en las Normas Mexicanas NMX-AA-015-1985, NMX-AA-022-1985, NMX-AA-019-1985, se realizó la cuantificación, cuarteo, caracterización, selección de subproductos y peso volumétrico de los residuos, se aplicó una encuesta al personal de mantenimiento encargado de la limpieza de las áreas y recolección de los residuos al área de almacenamiento temporal. Los resultados obtenidos de la generación durante el período de muestreo fueron de 4.9 toneladas (0.03kg/per cápita), siendo el 50% de ellos residuos plásticos, 24% papel, 9% metal y 17% residuos orgánicos. Los materiales de mayor generación son valorizables, se requiere una mayor sensibilización, para llevar correctamente la separación de los residuos, el personal de mantenimiento requiere de capacitación, finalmente incentivar reducir la generación de los residuos, en general el de plásticos de un solo uso.

## Elaboración de una pomada fortalecida con aceites esenciales como calmante decólicos menstruales

Tania Karely Silva Alameda<sup>1\*</sup>, Julissa Jaquelin Almaguer Guerrero<sup>2</sup>, Bertha Yadira Elizondo Nolzco<sup>3</sup>, Jesús Eduardo Valdés García<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Linares, Linares, México  
Correo electrónico: l20720124@itlinares.edu.mx\*

*Palabras clave:* Aceites esenciales, jengibre, menta

Aprovechar los beneficios de aceites esenciales para hacer una pomada con la función de disminuir dolores menstruales, tales como jengibre y menta. Para llegar a la fórmula más idónea de la pomada se realizó un diseño experimental completamente al azar donde se utilizan diversas concentraciones de aceites esenciales utilizando la siguiente metodología: primero se hidrata el carbopol y se agita durante 4 minutos hasta obtener un gel transparente; enseguida se le agregan los aceites esenciales y se continúa agitando hasta lograr una mezcla homogénea. Teniendo como primer tratamiento 0.6% de jengibre y 0.6% de menta, segundo tratamiento 0.5% de jengibre y 0.5% de menta y tercer tratamiento 0.7% de jengibre y 0.7% de menta. Cada tratamiento se sometió a prueba en 30 mujeres con padecimiento de cólicos menstruales. Como resultado preliminar se obtuvo una pomada color verde menta, olor mentolado, textura suave y con sensación de frío – calor al contacto con la piel. de acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas, la pomada con la mejor fórmula posee las concentraciones de 3.8% carbopol, 0.6% aceite esencial de jengibre, 0.6% aceite esencial de menta y 95% de agua. la elaboración de una pomada mediante el fortalecimiento del carbopol con aceites esenciales de jengibre y menta, es posible, existe una aceptación en 90% de las mujeres que aseguran alivio del cólico menstrual. Sin embargo, hace falta realizar pruebas dermatológicas que no se han realizado. Cabe señalar que la metodología propuesta para elaborarlo es sustentable al no utilizar energía eléctrica para su elaboración, por lo que lo hace un proceso – producto amigable con el medio ambiente.

## Análisis de la tecnología de los materiales en la tradición edificatoria de los pueblos ancestrales

Fabiola Colmenero Fonseca<sup>1\*</sup>, Ramiro Rodríguez Pérez<sup>2</sup>, Joel Samper López<sup>3</sup>, Andrés Salas Montoya<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Tecnología de Materiales/PhD. Arquitectura, Patrimonio y Ciudad. Universitat Politècnica de València

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán/Departamento de Ciencias de la Tierra

<sup>3</sup>Investigador independiente

<sup>4</sup>Departamento de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales  
Correo electrónico: fcolfonf@upvnet.upv.es\*

*Palabras clave: Tecnología de materiales, tradicionalismo, gestión cultural, ciclo de vida, Modelado energético de edificios (BIM)*

Los desafíos que enfrentamos como sociedad priorizan todas las acciones que estamos llamados a realizar desde las diferentes profesiones. Es urgente convocar la interdisciplina para aunar esfuerzos que ayuden a repensar alternativas de solución al problema. El objetivo de este artículo es analizar el consumo de recursos, los residuos y los impactos que genera la vivienda en el entorno desde el control de los recursos, las emisiones de CO<sub>2</sub> y la trazabilidad de los residuos para contribuir en la transformación de la construcción de la vivienda hacia la circularidad con la finalidad de aplicar estrategias en la fase de diseño hasta la construcción y mantenimiento para la minimización del impacto ambiental. Para este caso de estudio se analizó la tecnología de los materiales y se realizó un análisis comparativo de una vivienda con materiales convencionales y con biomateriales, producto del saber ancestral de los pueblos originarios, se verificó la efectividad in situ mediante la norma ISO 14040: Evaluación del ciclo de vida, que se enfoca a inventariar las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados e interpretando los resultados de las fases de inventario en relación con los objetivos del estudio. Por último, se contrastaron los datos de manera cuantitativa con el apoyo del programa de Modelado energético de edificios (BIM) y la herramienta Toolkit. Los resultados obtenidos demostraron que requiere de un 45% más de consumo de recursos si se hace con material convencional, sin embargo, en costos, es más económico, lo que supone también un mayor impacto en el medio ambiente desde su proceso de fabricación. Las ciudades del sur llaman a la acción para investigar y promover los sistemas de construcción tradicionales, atrayendo la atención de la academia del norte con el objetivo de reducir el consumo de materiales, energía y ciclo de vida.

## Diagnóstico técnico-productivo de un grupo de apicultores en Champotón, Campeche, México

Mario Humberto De la Cruz <sup>1</sup>, Jesús Froylán Martínez Puc<sup>2\*</sup>, Zeyli Alejandra Pineda León<sup>2</sup>,  
Elvira María Quetz Aguirre<sup>2</sup>, Mirsha Gabriela Magaña Cruz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Champotón Carretera Champotón Isla  
Aguada Km2, Colonia el Arenal, C.P. 24400, Champotón, Campeche, México

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná Calle 11 entre 22 y 28, Colonia Centro,  
C.P. 24520, Chiná, Campeche, México

Correo electrónico: froyitovarroo@hotmail.com

*Palabras clave:* apicultura, *A. mellifera*, características.

La meliponicultura fue una de las actividades de mayor relevancia en la época prehispánica en Península de Yucatán (PY). Sin embargo, a principios del siglo XIX se introdujo una nueva especie de abeja (*Apis mellifera*), dando origen a la apicultura en esta región, considerada la más importante en México, destinando el 95% de su producción de miel al mercado internacional.

El objetivo del presente estudio fue conocer las principales características técnico productivas de un grupo de apicultores de la localidad de Cinco de Febrero, Champotón, Campeche, con la finalidad de proponer estrategias para mejorar su producción. Se aplicaron 55 entrevistas de manera directa entre mayo y junio de 2023, la información recolectada se registró en una hoja de cálculo Excel (Microsoft Office®) y las variables se analizaron mediante estadística descriptiva observándose los siguientes resultados: el grupo está conformado en mayor proporción por mujeres (64%) en comparación a los hombres (36%), el 29% de los integrantes del grupo cuenta con una edad entre 41 y 50 años. El 52% de los productores cuenta con estudios de secundaria y el 75% de los productores cuentan entre uno y dos apiarios.

Las características del grupo de productores coinciden con lo descrito por Echazarreta et l., (2002) y Martínez-Puc et al., (2018) para los productores apícolas en PY. Siendo pequeños productores que se dedican a la comercialización de miel. Sin embargo, el grupo cuenta con experiencia por lo cual es necesario brindar capacitación y asistencia técnica en la diversificación de productos de la colmena y conformación de una figura jurídica debido al interés del grupo en trabajar unidos y mejorar su calidad de vida.

## Producción de ZnO auxiliada con extractos de Aloe vera y su evaluación fotocatalítica

Jorge Luis Cruz Rojas<sup>1</sup>, Ricardo Arrieta Cortés<sup>2</sup>, Ma. del Carmen Domínguez Reyes<sup>2</sup>, Mariadel Consuelo Macias González<sup>2</sup>, Lorenzo Antonio Cruz Santiago<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México / IT de Tijuana

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México / TES de Cuautitlán Izcalli

Correo electrónico: lacrus8@gmail.com\*

*Palabras clave:* Coprecipitación, óxido de zinc, fotocatalisis, azul de metileno, degradación

En este trabajo se determinaron las condiciones de operación óptimas para la degradación de colorante orgánico mediante fotocatalisis con óxido de zinc (ZnO). Para llevar a cabo la experimentación se realizaron pruebas de degradación a una solución de azul de metileno (AM) con una concentración de 10 ppm, utilizando luz ultravioleta y diferentes catalizadores de ZnO a temperatura ambiente. Para el equilibrio se utilizó una cámara oscura donde las muestras permanecieron sin luz por 30 minutos y, posteriormente, se irradiaron con luz UV durante 60 minutos. Las variables a estudiar fueron el tipo de precursor para la síntesis (ZnCl<sub>2</sub> y ZnSO<sub>4</sub>), el medio de reacción (solución acuosa y extracto de Aloe vera), el tratamiento térmico que fue sin calcinación, a 600 °C y a 800°C; y la actividad catalítica de los materiales determinada a través del porcentaje de degradación de AM utilizando espectrofotometría UV-Vis. Todos los experimentos fueron realizados en el Laboratorio de Química I del TESCI, durante los meses de junio y julio del 2023. Los resultados mostraron que los catalizadores producidos con extracto acuoso de Aloe vera presentaron porcentajes de degradación mayores al 60%, y se verificó también la presencia química y estructural de ZnO mediante FTIR y DRX. Podemos concluir que la fabricación de catalizadores de ZnO auxiliada con extractos de Aloe vera da lugar a materiales con actividad catalítica mejorada debido a la presencia de biomoléculas vegetales, las cuales inducen la formación de núcleos de Zn durante el proceso de síntesis. En una siguiente etapa, estos materiales serán probados en un fotorreactor batch de 2 L, aportando valiosos datos para futuras implementaciones en la etapa terciaria del tratamiento de aguas residuales.



## Artículos en extenso

# Aspectos socioculturales y seguridad alimentaria basados en maíz en agroecosistemas originarios de Las Altas Montañas de Veracruz

Ubaldo Aldair Hernández-Mireles<sup>1</sup>, Gregorio Hernández-Salinas<sup>1\*</sup>, Ericka Maldonado Pesina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica. Km 4 Carretera a la Compañía S/N, Tepetitlanapa, 95005 Zongolica, Veracruz, México. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Linares. Carr. Nacional km 157, Linares, 67700 Nuevo León, México.

\*gregorio\_hs@zongolica.tecnm.mx

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue describir la situación actual del agroecosistema con maíz nativo de Las Altas Montañas de Veracruz, mediante variables de tipo socio-culturales y el Índice de Seguridad Alimentaria en Maíz (ISAM). Se aplicó un cuestionario semiestructurado a 251 productores de maíz nativo pertenecientes a 13 municipios de Las Altas Montañas. Los participantes se seleccionaron mediante el método no probabilístico bola de nieve. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva. Se empleó una expresión matemática para estimar el ISAM. Se encontró que el 57.37% son hombres y 42.62% mujeres, demostrando que la mujer participa en el manejo del agroecosistema. El 95.21% hablan Náhuatl. La familia se integra principalmente de 3 a 4 personas, teniendo una ocupación dedicada a la agricultura y utilizan semillas locales heredadas por sus ancestros. Se detectó que el 26.3% cuentan con seguridad alimentaria (ISAM=1.67), mientras que, el 73.7% (ISAM=0.38) todo lo contrario.

## ABSTRACT

The objective of this research was to describe the current situation of the agroecosystem with native maize of Las Altas Montañas of Veracruz, using socio-cultural variables and the Maize Food Security Index (MFSI). A semi-structured questionnaire was applied to 251 native maize producers belonging to 13 municipalities of Las Altas Montañas. Participants were selected using the non-probabilistic snowball method. The data were analyzed using descriptive statistics. A mathematical expression was used to estimate the MFSI. It was found that 57.3% are men and 42.7% women, demonstrating that women participate in the management of the agroecosystem. 95.21% speak Nahuatl. The family is mainly made up of 3 to 4 people, having an occupation dedicated to agriculture and they use local seeds inherited from their ancestors. It was detected that 26.3% have food security (MFSI=1.67), while 73.7% (MFSI=0.38) have the opposite.

## INTRODUCCIÓN

México es el lugar de origen, domesticación y diversidad del maíz (*Zea mays* L.), en donde existe una gran variedad de razas nativas, así como su pariente silvestre, el teocintle (*Zea mays ssp. parviglumis*) dentro de su territorio {1}.

La literatura científica reporta que antes de la época precolombina el maíz ha sido el eje central de los agroecosistemas milpa en donde se disponen para consumo humano alrededor de 28 especies de plantas nativas (calabaza, frijol, chile, entre otras) e introducidas, para un total de 95 variedades {2}. Es decir, el maíz, históricamente en México es parte del agroecosistema milpa, el cual es la base de la producción de alimentos de las localidades rurales {3}. La milpa es un policultivo, que además del maíz, también se asocian cultivos como el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), la calabaza (*Cucurbita* spp.), el chile (*Capsicum* spp.) y otros cultivos que están en función de las condiciones edafoclimáticas {3} {4}, siendo los primeros tres anteriormente mencionados, los principales cultivos que comúnmente se asocian dentro de este agroecosistema.

Vásquez-González *et al.* (2018) {5} mencionan que la milpa se propone como un agroecosistema que proporciona alimento a las comunidades rurales como parte de la cultura e identidad de los pueblos originarios y es el elemento estratégico para la seguridad alimentaria. Este agroecosistema debe su permanencia a la intervención humana, quienes participan en la selección de materiales genéticos y su adaptación mediante “prueba y error” {6}, bajo una racionalidad campesina (conocimiento tradicional) y económica, lo que ha conllevado a lograr la seguridad alimentaria {7}. Sin embargo, en todo el país de México la implementación de este agroecosistema ha ido disminuyendo, lo que ha afectado a la seguridad alimentaria, soberanía alimentaria y autosuficiencia nutricional de las familias {3}.

La FAO (2011) {8} enfatiza que los pueblos originarios, debido a las situaciones de elevados índices de pobreza y marginación y consumo de alimentos procesados, entre otros como la marginación política-económica, son los que han enfrentado un mayor riesgo de seguridad alimentaria.

Además de lo anterior la FAO señala que, para los pueblos originarios, “seguridad alimentaria” significa el derecho a elegir los tipos de alimentos que se desea preparar de acuerdo con su cultura. México no es la excepción dado que importa casi la mitad de los alimentos que se consumen {9}. Así, el CONEVAL (2018) {10} ha puntualizado que más de 40% de la población de 254 municipios tuvo problemas para acceder a la alimentación, los cuales constituyen 2.9 millones de personas, quienes habitan en la zona sur del país, principalmente municipios originarios. En la región de Las Altas Montañas de Veracruz, tres cultivos ocupan el 89.0% de la superficie sembrada. La caña de azúcar se cultiva en casi 88 mil ha, el café con más de 78 mil y el maíz con casi 57 mil ha, ocupando este último, el 22.7% de la superficie sembrada. Estos cultivos representan el 81.8% del valor de la producción agrícola regional {11}. La Secretaría de Bienestar (2021) {12} en municipios correspondientes al sur de Las Altas Montañas, Veracruz, han revelado que un promedio aproximado del 29% de personas carecen de acceso a la alimentación. La región de Las Altas Montañas está catalogada con grados de marginación medio-alto en la zona norte, muy bajo-medio en la zona centro y alto-muy alto en la zona sur {11}.

Actualmente existe escasa investigación de la situación actual de los agroecosistemas de maíz nativo, por ello, el objetivo de este estudio es conocer el estado actual del agroecosistema con maíz nativo de Las Altas Montañas de Veracruz mediante variables tipo socio-culturales y el índice de seguridad alimentaria en Maíz (ISAM).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo en campo se realizó en 13 municipios pertenecientes a la región de las Altas Montañas de Veracruz, México (Fig. 1).

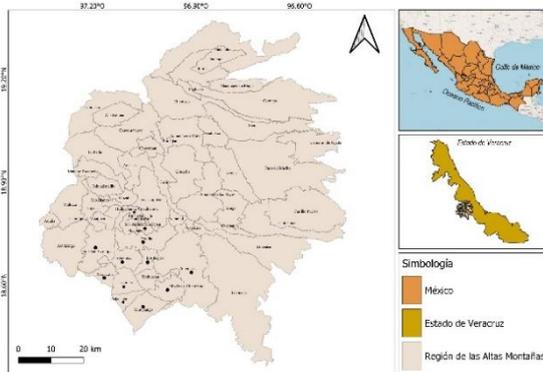


Figura 1. Ubicación del área de estudio (●). Municipios pertenecientes a la región de Las Altas Montañas, Veracruz, México. Selección de productores

El criterio de selección de los participantes fue mediante el método no probabilístico “Bola de nieve”, el cual consistió en identificar a un productor con maíz nativo del cual se le recopila información, posteriormente se le pide que identifique a otras personas en el área cercana, a la vez que estas mismas nos guíen a otras más y así sucesivamente, siendo que, al haber obtenido la información suficiente, se determinó que se ha alcanzado el “punto de saturación”, siendo este un punto en el que no se está obteniendo nueva información, o en su debido caso cuando esta es repetitiva {13}. Este punto depende de cuan diverso sea el fenómeno que se está estudiando.

Diseño y aplicación de cuestionario.

Para la aplicación de las encuestas a los productores se utilizó un cuestionario semi-estructurado con 27 preguntas relacionadas a: datos generales del productor (7), aspectos socio-culturales (14).

Índice de seguridad alimentaria en maíz (ISAM)

Se empleó la expresión matemática de Damián-Huato y Toledo (2016) {14}:

$$ISAM = \frac{(R) (SS) / NMF}{500^*}$$

Dónde: ISAM: Índice de Seguridad Alimentaria en Maíz; R: rendimiento de maíz en kg/ha; SS: superficie sembrada (ha); NMF: número de miembros en la familia del productor; \*Factor que considera que la seguridad alimentaria familiar se conseguirá cuando cada miembro de la familia disponga de 500 kg de maíz al año. Si el valor de ISAM < 1: no existe SA; si ISAM ≥ 1: si existe SA.

### Análisis de datos

Los datos recopilados de las entrevistas se capturaron y analizaron mediante el uso del programa Microsoft Office Excel 2019, donde posteriormente se codificaron, y se obtuvo la estadística descriptiva y porcentajes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil socio-demográfico de los productores de maíz nativo

De los 251 productores encuestados en el presente estudio, el 57.37% fueron hombres y

42.62% mujeres con ocupaciones que van desde agricultor (53.78 %), agricultor y oficio (1.19 %), agricultor y comerciante (1.19 %), agricultor y profesionalista (0.80 %), y agricultor, comerciante y profesionalista (0.39 %). Las mujeres presentaron ocupaciones en la agricultura y ama de casa (42.62 %). Montes de Oca y Guzmán-Gómez (2013) {15} enfatizan que la mujer ocupa un lugar de respeto y unión, aportando opiniones y decisiones en las actividades agrícolas y cultivo del maíz a pequeña escala; por otra parte, el trabajo doméstico y productivo de la mujer campesina se refiere a guardar la seguridad alimentaria y de vida de la familia {16}. La edad promedio fue de 57.78 años, con un intervalo que va desde los 20 a 88 años. Con respecto a la escolaridad, el 42.62% no cuentan con ningún tipo de estudio, seguido del 38.24% con la primaria terminada, el 10.75% con secundaria, 5.97% con preparatoria concluida, y en menor proporción, 2.39% con educación superior.

El 95.21% de los productores entrevistados hablan el idioma (náhuatl) además del español; mientras que, el 4.78 % restante solo hablan el español. El promedio general de los miembros por familia fue de 4.8 por productor encuestado en la zona de estudio. Vilaboa y Díaz (2009) {17} puntualizan que la edad, experiencia en la actividad y escolaridad del productor influyen en la apertura y adopción de nuevas tecnologías.

#### Aspectos socio-culturales

De los 251 productores de maíz nativo entrevistados, el 57.37% fueron hombres mientras que el 42.62% restante mujeres. Esto indica que los hombres son los que tienen más participación en las actividades agrícolas. Estos datos hacen énfasis en lo mencionado por Montes de Oca y Guzmán-Gómez (2013) {15}, indicando que en distintas regiones del país asignan al hombre las actividades económicas-productivas y como proveedor del sustento familiar; mientras que, la mujer se encarga de las tareas domésticas.

Respecto a la escolaridad, el 42.62% de los productores encuestados no cuentan con ningún tipo de estudios, el 38.24% solo terminaron la primaria, así mismo el 10.75% y 5.97% cuentan con secundaria y preparatoria concluida respectivamente, y únicamente un 2.39% concluyó los estudios superiores (Fig. 3).

Esto revela que el nivel de educación de los productores es mínimo, lo cual se contrasta con lo mencionado por De Brito *et al.* (2018) {18}, quienes enfatizan que la educación constituye un instrumento fundamental para el desarrollo económico, social, cultural y político de los actores involucrados.

En referencia a los integrantes por familiar, el 38.24% de los productores entrevistados viven con 3 o 4 personas en sus hogares, seguido de un 31.07% que viven con 5 o 6 integrantes; mientras que, un 16.33% cuentan con más de 7 personas por familia y en menor proporción con 14.34% viven únicamente con 1 o 2 personas. Según estimaciones por el INEGI (2018) {19}, el

tamaño promedio del hogar en México es de 3.6 personas.

Los productores entrevistados en el presente trabajo, mencionaron que utilizan el maíz que producen para preparar diferentes platillos, de los cuales destacan la elaboración de tortillas (98%), tamales (94.02%), atoles (93.62%) y elotes (88.84%). Por otra parte, utilizan la hoja del maíz (en náhuatl *totomochтли*) para envolver tamales (91.23%). Según Vásquez-González *et al.* (2018) {5} los productores de maíz criollo poseen un saber-hacer asociado a los recursos de la milpa, que les permite preparar diferentes platillos, los cuales se transmiten de generación en generación; de igual manera, sostienen que la milpa es una fuente segura de alimentos sanos y nutritivos, que da origen a una gran diversidad gastronómica de la cultura mesoamericana.

#### Índice de seguridad alimentaria en maíz

Según las estimaciones del ISAM, aquellos productores con seguridad alimentaria tienen un promedio de 3.4 habitantes por familia y destinan entre 1 a 2 ha de superficie sembrada; en tanto que, las familias que no la tienen cuentan con 4.8 miembros por familia en promedio y una superficie sembrada entre 0.5 y 1.0 ha de maíz. El 26.3 % de las familias de los productores cuentan con seguridad alimentaria basada en maíz al alcanzar un ISAM de 1.67; en cambio, el 73.7% restante presenta un ISAM de 0.38. Estos resultados mostraron similitud con el porcentaje de satisfacción de maíz al año por familia, ya que el 31.07% afirmó que su producción de maíz les alcanza para todo el año; mientras que, el 68.92% restante afirmó lo contrario. Estos resultados mostraron discrepancia con lo reportado por López-González *et al.* (2018) {20}, quienes identificaron que el 61% de los productores de maíz en el municipio de Calpan, Puebla, cuentan con seguridad alimentaria (promedio de 5.8 habitantes por familia y 2.24 ha de superficie de siembra), mientras que, el 39% restante padecen de inseguridad

alimentaria (promedio de 6.6 habitantes por familia y 0.97 ha de superficie de siembra). De acuerdo con el ISAM, cada persona debe de disponer de 500 kg de maíz anualmente para alcanzar seguridad alimentaria familiar {21}.

## REFERENCIAS

{1}. Ortega, P. R. y Mota C.C. (2021). Razas de maíz de México: concepto, diversidad, importancia y conservación. *In: Milpa Pueblos de Maíz: Diversidad y patrimonio biocultural de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia - Secretaría de Cultura. Ciudad de México, México, pp: 89-117.

{2}. Teran, S., and Rasmussen C.H. (1995). Genetic diversity and agricultural strategy in 16th century and present day Yucatán Milpa Agriculture. *Biodiversity and Conservation*, 4: 363- 381.

{3}. Novotny, I. P., Tittonell P., Fuentes-Ponce M. H., López-Ridaura S., and Walter A. H. R. (2021). The importance of the traditional milpa in food security and nutritional self- sufficiency in the highlands of Oaxaca, México. *PLoS ONE*, 16(2): 1-21.

{4}. Arias, L., Chávez-Servia J., Cob, J. V., Burgos L., and Canul J. (2000). Agromorphological characters and farmers' perceptions: data collection and analysis. *In: Jarvis D., Sthapit B., and Sears L (eds.). Conserving Agricultural Biodiversity in situ: A Scientific Basis for Sustainable Agriculture*. Rome, Italy: IPGRI, pp: 95-100.

{5}. Vásquez-González. A. Y., Chávez-Mejía. C., Herrera-Tapia. F., y Carreño Meléndez. F. (2018). Milpa y seguridad alimentaria: El caso de San Pedro El Alto, México. *Revista de Ciencias Sociales*, 24(2): 24-36.

{6}. González J. A. (2003). *Cultura y agricultura: transformaciones en el agro mexicano*. México, D.F. Universidad Iberoamericana, A.C. p 361.

{7}. Toledo, V. M. (1993). La racionalidad ecológica de la producción campesina. *In: E. Sevilla Guzmán y M. González de Molina (Eds.). Ecología, campesinado e historia*. La

Piqueta, Madrid. pp: 197-218.

{8}. FAO (2011). *Política de la FAO sobre pueblos indígenas y tribales*. Roma, Italia. 33 p.

{9}. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. III. Economía.

[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gs.c.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gs.c.tab=0).

{10}. CONEVAL (2018). *Informe de pobreza en los municipios de México 2015*. Ciudad de México. 80 p.

<https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documentos/Informe-pobreza-municipal-2015.pdf>.

{11}. SEFIPLAN (2013-2016). *Programas regionales veracruzanos-Programa región las Altas Montañas*, pp: 42-52. <http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2014/04/tf07-pr-montana.pdf>

{12}. Secretaria de Bienestar (2021). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social-Veracruz de Ignacio de la Llave*.

{13}. Kumar, R. (2011). *Research Methodology a step by step guide for beginners*. Washington D.C. 3rd Edition, ed. SAGE, pp: 365.

{14}. Damián-Huato, M.A., y Toledo V. (2016). *Utopística Agroecológica Innovaciones Campesinas y Seguridad Alimentaria en Maíz*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Dirección de Fomento Editorial, 125 p.

{15}. Montes-de Oca, E. R., y Guzmán-Gómez, E. (2013). *Mujer, trabajo y persistencia del maíz*. Guadalajara, México. *Revista de Estudios de Género, La Ventana* 4(38): 164-211.

{16}. Guzmán-Gómez, E. (2005). *Mujeres, trabajo y organización familiar: los traspatios de Ahuehuetzingo*, Morelos. México. *GIMTRAP-PEMSA*, 5: 1-49. De Brito, A. S. L., Junior, A. C., Moráis, M. A., Sampaio, J. L. F., y Hernández-Romero, O. (2018). *Importancia de la educación del campo y del saber campesino en fortaleza*, Ceará, Brasil. *Agro productividad*, 11(4): 129-135.

- {17}. Vilaboa, A. J., y Díaz R.P. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 27(4): 427-436.
- {18}. De Brito, A. S. L., Junior, A. C., Moráis, M. A., Sampaio, J. L. F., y Hernández-Romero, O. (2018). Importancia de la educación del campo y del saber campesino en fortaleza, Ceará, Brasil. *Agro productividad*, 11(4): 129-135.
- {19}. INEGI (2018). Encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares. México. 9p. <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/>
- {20}. López-González, J.L., Damián-Huato, M.A., Álvarez-Gaxiola, J.F., Méndez-Espinosa, J.A., Rappo-Miguez, S.E., y Paredes-Sánchez, J.A. (2018). Maíz (*Zea mays* L.) y seguridad alimentaria en el municipio de Calpan, Puebla-México. *Agroproductividad*, 11(1): 37-43.
- {21}. Damián-Huato, M.A., y Toledo V. (2016). Utopística Agroecológica Innovaciones Campesinas y Seguridad Alimentaria en Maíz. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Dirección de Fomento Editorial, 125 p.

# Análisis comparativo del contenido lignocelulósico en residuo agrícola de *Saccharum officinarum* L.

Dulce Carolina Acosta Pintor\*<sup>1</sup>, Candy Carranza Álvarez<sup>2</sup>, Nahum Andrés Medellín Castillo<sup>3</sup>,  
Cynthia Wong Arguelles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles, Carr. al Ingenio Plan de Ayala Km. 2, Col. Vista Hermosa. C.P. 79010. Cd. Valles, S.L.P.

<sup>2</sup>Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, <sup>3</sup>Centro de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

\*dulce.acosta@tecvallés.mx

## RESUMEN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es el principal cultivo en México con una superficie industrializada de 789,996 hectáreas, de acuerdo a datos correspondientes a la zafra 2020/2021{1}. La producción e industrialización de esta gramínea, genera diversos residuos, entre los que destaca la punta de caña o cogollo, que representa alrededor del 20 al 30% de la biomasa de la planta. Diversos estudios demuestran que los residuos con alto contenido lignocelulósico, son una alternativa valorizable para la preparación de materiales adsorbentes de bajo costo, utilizados en el tratamiento de contaminantes en agua. Se analizó el contenido lignocelulósico de muestras de residuos de punta de caña de la variedad Mex 681345, provenientes de una plantación durante la zafra 2022. Los residuos analizados contienen 18.41% de lignina, 33.91% de hemicelulosa y 64.97 % de celulosa, por lo que se considera que esta biomasa puede ser valorizada para materiales adsorbentes.

## ABSTRACT

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) is the main crop in Mexico, with an industrialized area of 789,996 hectares, according to data corresponding to the 2020/2021 harvest {1}. The production and industrialization of this grass generates various residues, including the cane tip, which represents about 20-30% of the plant's biomass. Several studies show that residues with a high lignocellulosic content are a valuable alternative for the preparation of low-cost adsorbent materials used in the treatment of water pollutants. The lignocellulosic content of samples of sugarcane tip residues of the Mex 681345 variety from a plantation during the 2022 harvest was analyzed. The analyzed residues contain 18.41% lignin, 33.91% hemicellulose and 64.97% cellulose, so it is considered that this biomass can be valorized for adsorbent materials.

## INTRODUCCION

Las biomásas lignocelulósicas son muy comunes en todos los ecosistemas y son materiales que se han estudiado para su valorización en diversas áreas de aplicación. La producción anual estimada de biomasa a nivel mundial es de 181,500 millones de toneladas {2}. Los materiales con contenido lignocelulósico poseen algunas ventajas importantes entre las que destacan su menor densidad, biodegradabilidad y bajo costo {3}. En este sentido, los residuos agrícolas son biomasa que posee altos contenidos de lignina, celulosa y hemicelulosa, que han sido utilizados para generar productos con importantes beneficios sostenibles, económicos, renovables y de remediación {4}. En México se estimó que, en el año 2015, se generaron 45 millones de toneladas de materia seca, derivados de los residuos de cultivos que permanecen en el terreno después de la cosecha de granos y semillas. Estos residuos son de naturaleza lignocelulósica y su composición como residuo seco oscila entre 16-22% de lignina y 70-80% de holocelulosa {5}. El principal cultivo a nivel nacional durante el año 2021, fue la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) con una producción total de 55,485,308.95 toneladas, seguido por el cultivo de maíz con una producción de 27,503,477.82 toneladas {6}, lo que le otorga a México la sexta posición en producción mundial de *Saccharum officinarum L.*, con una superficie industrializada durante el ciclo 2020-2021 de 789,996 hectáreas {1}. Actualmente este cultivo es industrializado mayormente para producir sacarosa como edulcorante y los residuos que se generan en campo como los tallos, puntas, cogollos y hojas son utilizados mínimamente para producir abonos orgánicos, alimento pecuario y combustibles {7}. En el estado de San Luis Potosí, es el principal cultivo con una producción en el año 2021 de 4,701,346 toneladas ocupando el tercer lugar a nivel nacional {8}, por lo que los residuos agrícolas generados durante su cosecha son

material aprovechable.

En la presente investigación se determinó el contenido de lignina, celulosa y hemicelulosa del residuo agrícola de punta de caña obtenido de una región productora del estado de San Luis Potosí durante la zafra 2021-2022, realizándose un análisis comparativo con otros residuos derivados del cultivo en estudio e identificando su potencial uso como material adsorbente de acuerdo a los resultados de otras investigaciones, y con el objetivo de determinar si pueden ser una alternativa a considerar para la elaboración de materiales adsorbentes que pueden ser utilizados para la remediación ambiental.

## METODOLOGÍA

### 1. Recolección y tratamiento de muestras

Para este estudio se utilizó punta de caña de *Saccharum officinarum L.*, de la variedad Mex 681345, fue recolectada y muestreada durante el corte de caña en el mes de noviembre del 2021 en una plantación localizada en el Rancho El Centenario, carretera Ejido Chantol-Las Huertas km 30+1.125m del municipio de Ciudad Valles, S.L.P. Después de la recolección de las muestras, estas fueron reducidas de tamaño de 10 a 15 cm con una cortadora manual para facilitar la manipulación y se lavaron con agua destilada. Se llevaron a estufa de secado marca Thermo Electron Corporation por 24 horas a una temperatura de 65 °C, fueron molidas de manera manual y tamizadas en una malla Taylor 50. Después fueron guardadas para su uso posterior en bolsas de polipropileno.

### 2. Determinación de extraíbles en solventes orgánicos y agua caliente

Para la determinación del contenido lignocelulósico en residuo agrícola de punta de caña, se calcularon los porcentajes de extraíbles en solventes orgánicos y en agua caliente de acuerdo a las Normas TAPPI T-264-cm-97 y TAPPI 207 cm-99 respectivamente. Para realizar la extracción en solventes orgánicos, se colocaron 5,0 g ±

0,1 g de muestra de biomasa de punta de caña en cartuchos por separado, que fueron colocados en tubos de equipo Soxhlet; se colocaron 250 mL de solvente de etanol-tolueno (2:1) y después se realizó la extracción por 6 horas. Posteriormente se eliminó el exceso por filtración al vacío, enjuagando con 100 mL de etanol cada muestra. Las muestras fueron llevadas a extracción con 150 mL de etanol al 95% en equipo Soxhlet durante cuatro horas, se enjuagaron con 200 mL de agua destilada y se realizó la filtración de las muestras.

Se evaporó el solvente de cada matraz balón hasta casi sequedad, se colocaron en estufa a  $105^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ , se enfriaron en desecador y se registraron los pesos. Se realizó la determinación de un blanco en un matraz balón en la cual se evaporaron 150 mL de etanol al 95% hasta sequedad, se registró el peso. Se realizó el procedimiento para la extracción en agua caliente, colocando las muestras obtenidas del proceso de extraíbles por solventes orgánicos en matraces Erlenmeyer de 500 mL; se añadieron 100 mL de agua destilada caliente y se conectaron a condensador de reflujo, los matraces se colocaron a baño de agua caliente por 3 horas. Una vez concluido el tiempo, se filtró el contenido de cada matraz mediante succión, se lavó el residuo con agua caliente y se secó a un peso constante a  $105^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ . Las muestras se enfriaron en desecador y se pesaron para realizar el cálculo de porcentaje de solubilidad en agua caliente.

### 3. Determinación del contenido de lignina

Una vez realizados los procedimientos de extraíbles en solventes orgánicos y en agua caliente, se procedió a determinar el contenido de lignina; realizando las pruebas por triplicado. Para la determinación de lignina se aplicó la Norma TAPPI T222-om-02. Se colocaron  $1,0\pm 0,1$  g de muestra libre de extraíbles en un vaso de precipitado y se añadieron 15 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 72% a cada uno de ellos de manera gradual en un baño de agua a  $2^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Los vasos de precipitado se taparon con un vidrio de reloj y se

llevaron a baño de agua a  $20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  durante dos horas agitando frecuentemente. Se tomaron dos matraces Erlenmeyer y un matraz de balón, y se agregó a cada uno de ellos 400 mL de agua destilada, transfiriendo cada muestra a cada matraz, se diluyó a una concentración de 3% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , mediante la adición de 560 mL de agua destilada. Los matraces se llevaron a ebullición durante cuatro horas. Se dejó sedimentar el material insoluble (lignina) colocando los matraces en posición de  $45^{\circ}$  por una noche. El material recuperado de cada matraz se filtró con succión, se lavaron con agua caliente y se llevaron a estufa de secado a  $105^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante. Las muestras se llevaron al desecador y se pesaron para cuantificar el porcentaje de lignina.

### 4. Determinación del contenido de celulosa

El contenido de celulosa se calculó por el método de Kurschner-Hoffer y el experimento se realizó por triplicado. Se utilizaron  $1,0\pm 0,1$  g de muestra de biomasa libre de extraíbles, cada una de las muestras fue colocada en matraz balón y se le añadieron 25 mL de una mezcla de  $\text{HNO}_3$ -etanol (1:4), las 3 muestras se colocaron en baño de agua a ebullición por 30 minutos, se decantó el líquido y se agregó la mezcla de  $\text{HNO}_3$ -etanol (1:4) y se llevó a cabo por segunda y tercera vez este proceso. El residuo de cada muestra fue vaciado a vasos de precipitado, donde se le añadieron 25 mL de KOH al 1% a cada uno y se dejó en reposo por 30 minutos. El residuo de cada vaso de precipitado se filtró al vacío y los residuos fueron lavados con agua caliente, llevados a estufa a  $105^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante. Después del desecado de los residuos se pesaron y se calculó el porcentaje de celulosa.

### 5. Determinación del contenido de hemicelulosa

Para determinar la hemicelulosa se utilizó la norma ASTM D1104-77, el ensayo se realizó

por triplicado. Se registraron los pesos de la hemicelulosa obtenida y se realizó el cálculo del porcentaje de holocelulosa, para después por diferencia obtener el porcentaje de hemicelulosa. Se utilizaron  $1,0 \pm 0,1$  g de muestra de biomasa de punta de caña libre de extraíbles y se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 500 mL cada una de las muestras. Se añadieron 80 mL de agua destilada, 0.5 g de  $\text{NaClO}_2$  y 0.1 mL de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  glacial, y se sometieron a baño de agua a una temperatura entre  $70\text{-}80^\circ\text{C}$  por una hora. Se añadieron nuevamente 0.5 g de  $\text{NaClO}_2$  y 0.1 mL de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  glacial manteniendo la misma temperatura. Esta operación se realizó tres veces consecutivas en un lapso de tres horas, hasta que la muestra cambio a color blanquecino. Una vez terminado el proceso se mantuvo en espera una hora para dejar enfriar en un baño con hielo a  $10^\circ\text{C}$ . Las muestras se filtraron y se lavaron con 250 mL de agua destilada fría, se enviaron a estufa de secado a  $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  durante cuatro horas hasta peso constante. Se registraron los pesos y se realizó el cálculo del porcentaje de holocelulosa, para después por diferencia obtener el porcentaje de hemicelulosa.

## RESULTADOS

La extracción en solventes orgánicos con etanol-tolueno se utilizó principalmente para extraer las ceras, gomas, grasas, resinas y algunas sustancias hidrosolubles de las muestras de punta de caña. Se utilizó para ello la siguiente fórmula:

$$\% \text{ extraíbles} = [(W_e - W_b) / W_p] * 100 \quad (1)$$

Donde  $W_e$ , es el peso seco al horno del extracto (g),  $W_p$ , es el peso secado al horno de muestra (g) y  $W_b$  es el peso del residuo del blanco secado al horno (g).

La extracción en agua caliente se realizó a las muestras con la finalidad de eliminar taninos, gomas, azúcares, colorantes y almidones. El porcentaje de estos extraíbles se calculó de la siguiente manera:

$$\% \text{ solubilidad en agua caliente} = [(W_1 - W_2) / W_1] * 100 \quad (2)$$

Donde  $W_1$ , es el peso de la muestra libre de humedad utilizada y  $W_2$ , es el peso de la muestra seca después de la extracción con agua caliente.

Después del proceso de extraíbles en solventes orgánicos y agua caliente, se cuantificó el contenido de lignina. Para ello, los carbohidratos de la muestra se hidrolizaron y solubilizaron con ácido sulfúrico. El cálculo del porcentaje de lignina se presenta a continuación:

$$\% \text{ Lignina} = \frac{A * 100}{W} \quad (3)$$

Donde A, es el peso de lignina (g), y W es el peso de la muestra secada al horno (g) Para el porcentaje de celulosa se utilizó la siguiente expresión:

$$\% \text{ Celulosa} = \frac{\text{peso de celulosa} * 100}{W} \quad (4)$$

Donde W, es el peso de la muestra secada al horno (g). Para la cuantificación de hemicelulosa, se determinó primeramente el porcentaje de holocelulosa, para después por diferencia de celulosa, obtener dicho porcentaje. Se utilizaron los siguientes cálculos:

$$\% \text{ Holocelulosa} = \frac{\text{Peso del residuo seco} * 100}{\text{Peso muestra original libre de extractos}} * 100 \quad (5)$$

Entonces la determinación de hemicelulosa se determina por diferencia de la siguiente manera:

$$\% \text{ Holocelulosa} = \% \text{ Celulosa} + \% \text{ Hemicelulosa} \quad (6)$$

$$\% \text{ Hemicelulosa} = \% \text{ Holocelulosa} - \% \text{ Celulosa} \quad (7)$$

En la Tabla 1, se muestran los resultados obtenidos de los porcentajes de contenido de extraíbles en solventes orgánicos, extraíbles en agua caliente, celulosa, lignina y hemicelulosa de las muestras analizadas

por triplicado de punta de caña de azúcar variedad Mex 681345.

Tabla 1. Resultados obtenidos de contenido lignocelulósico en punta de caña de azúcar variedad Mex 681345 analizada para esta investigación. Elaboración propia.

Muestra Mex 681345	% Extraíbles en solventes orgánicos	% Extraíbles en agua caliente	% Celulosa	% Lignina	% Hemicelulosa
Mean	3.83	12.18	58.66	18.41	30.69
SD	0.0873	0.3747	0.2262	0.4747	0.4737

En la Tabla 2, se presenta el análisis comparativo de los porcentajes de celulosa, lignina y hemicelulosa presentes en la punta de caña variedad Mex 681345 y los residuos de hojas frescas y cogollos de caña, que son aquellos que en los diferentes estudios se refieren a la punta de caña.

Tabla 2. Comparación del contenido lignocelulósico en punta de caña de azúcar variedad Mex 681345 y residuos de hojas frescas y cogollo. Elaboración propia.

Residuo	Celulosa (%)	Lignina (%)	Hemicelulosa (%)	Referencia
Hojas frescas	39.8 ± 0.3	22.5 ± 0.1	28.6 ± 0.2	{9}
Paja y cogollo mezclados	36.7-40.5	22.1-29.9	-	{10}
Hojas frescas	44	10.04	28.28	{11}
Hojas frescas	36.2	9.4	30.3	{12}
Cogollo	45	9.0	30.5	{13}
Punta de caña Variedad Mex 681345	58.66	18.41	30.69	Presente investigación

La comparación del contenido lignocelulósico de estos resultados demuestra que el porcentaje de celulosa de la punta de caña variedad Mex 681345 es mayor que la presentada en esos estudios  $58.66 > 45 > 44 > 40.5 > 39.8 > 36.2$ ; con respecto al contenido de lignina, la punta de caña analizada se encuentra dentro de los valores determinados por esos estudios  $29.9 > 22.5 > 18.41 > 10.04 > 9.4 > 9.0$ ; en cuanto al porcentaje de hemicelulosa el resultado obtenido en este estudio es mayor en esta comparativa  $30.69 > 30.5 > 30.3 > 28.6 > 28.28$ ; es superior a los porcentajes valorados en esos trabajos; por lo que se determina que

el residuo analizado en esta investigación contiene un alto porcentaje de celulosa que está asociado a biomásas con grupos hidroxilos y carboxílicos presentes que pueden ser utilizados con o sin tratamientos para la modificación de su área de superficie con la finalidad de potenciar su porosidad y capacidad de adsorción.

## CONCLUSIONES

Los residuos agrícolas de punta de caña de azúcar, pueden ser una opción viable para ser utilizados como adsorbentes de contaminantes en agua. De acuerdo a los resultados analizados de las muestras, la punta de caña analizada posee un alto contenido lignocelulósico, por lo que es importante continuar su investigación para determinar sus propiedades fisicoquímicas, propiedades de textura, grupos funcionales, sitios activos, termogravimetría y punto de carga cero; que definirá si los residuos de punta de caña podrían utilizarse de manera natural o requieren de algún tratamiento químico para incrementar sus propiedades de adsorción. Este residuo, puede ser aprovechado para realizar estudios sobre la eficiencia de adsorción de metales pesados en soluciones acuosas y de esta manera brindar una opción sostenible a la generación de residuos en la cosecha de caña de azúcar.

## REFERENCIAS

- {1} CONADESUCA (2021). Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. [edición electrónica] <https://www.gob.mx/conadesuca/> Accesado para consulta el 12 de septiembre del 2022.
- {2} Paul, S., & Dutta, A. (2018). Challenges and opportunities of lignocellulosic biomass for anaerobic digestion. Resources, Conservation and Recycling, 130, 164–174. doi:10.1016/j.resconrec.2017.12.005
- {3} Robledo-Ortíz, J. R., Martín del Campo, A. S., Blackaller, J. A., González-López, M. E., &

- Pérez Fonseca, A. A. (2021). Valorization of Sugarcane Straw for the Development of Sustainable Biopolymer-Based Composites. In *Polymers* (Vol. 13, Issue 19). <https://doi.org/10.3390/polym13193335>.
- {4} Brito, G. M., Cipriano, D. F., Schettino, M. Á., Cunha, A. G., Coelho, E. R. C., & Checon Freitas, J. C. (2019). One-step methodology for preparing physically activated biocarbons from agricultural biomass waste. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(3), 103113. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103113>.
- {5} SAGARPA (2015). Diagnóstico Nacional del Plan de Manejo de Residuos generados
- {8} SIACON-SIAP (2022). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. [edición electrónica] <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430> Descargado para consulta el 28 de diciembre del 2022.
- {9} Oliveira, F. M. V., Pinheiro, I. O., Souto-Maior, A. M., Martin, C., Gonçalves, A. R., & {10} Triana, O.; León, T.S.; Céspedes, M.I.; Cámara, A. (2014). Caracterización de los residuos de la cosecha de la caña de azúcar almacenados a granel ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 48, núm. 1, enero-abril, 2014, pp. 65-70.
- {11} Moodley, P., & Kana, E. B. G. (2015). Optimization of xylose and glucose production from sugarcane leaves (*Saccharum officinarum*) using hybrid pretreatment techniques and assessment for hydrogen generation at semi-pilot scale. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(10), 3859–3867. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.01.087>.
- {12} Jutakridsada, P., Saengprachatanarug, en actividades agrícolas. [edición electrónica] [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/346963/Manejo\\_de\\_Residuos\\_Reporte\\_Ejecutivo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/346963/Manejo_de_Residuos_Reporte_Ejecutivo.pdf) Accedido para consulta el 12 de enero 2023.
- {6} SIACON-SIAP (2021). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. [edición electrónica] <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430> Descargado para consulta el 02 de diciembre del 2022.
- {7} Aguilar, R. N. (2017). Value chain of the diversification of the sugar cane agroindustry in México. *Agroproductividad*, Vol.10, num.11, 21-27. México.
- Rocha, G. J. M. (2013). Industrial-scale steam explosion pretreatment of sugarcane straw for enzymatic hydrolysis of cellulose for production of second generation ethanol and value-added products. *Bioresource Technology*, 130, 168–173. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.12.030>.
- K., Kasemsiri, P., Hiziroglu, S., Kamwilaisak, K., & Chindaprasirt, P. (2019). Bioconversion of *Saccharum officinarum* Leaves for Ethanol Production Using Separate Hydrolysis and Fermentation Processes. *Waste and Biomass Valorization*, 10(4), 817–825. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0104-x>.
- {13} LLanes, D.I; Lois, J.A; Sánchez, M.E; Orta, V.N.(2017). Panorámica en México de la utilización de los residuos agroindustriales: residuos fibrosos de la caña de azúcar. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 51, núm. 1, enero-abril, 2017, pp. 39-42.

# Propuesta de turismo rural en Los Cabos: Caso rancho ecológico La Candelaria, Baja California Sur

Nailea Mairany Almanza Perez<sup>1</sup>, Karen Ceballos González<sup>1</sup>, Suleidy Zitlaly Nava Zavaleta<sup>1</sup>, Ariadna Colette Perpuli Ceseña<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Los Cabos, Boulevard Tecnológico de Los Cabos s/n, Colonia Guaymitas, CP23407, San José del Cabo B.C.S

[\\*AriadnaC.PC@loscabos.tecnm.mx](mailto:AriadnaC.PC@loscabos.tecnm.mx)

## RESUMEN

La Candelaria Baja California Sur [B.C.S.], es una de las comunidades rurales de Los Cabos, este último, es un municipio reconocido internacionalmente como destino turístico costero mexicano de lujo. Actualmente se identifica que la población de esta comunidad ha decrecido y sus dinámicas se han sumado a los fenómenos sociales que suscitan la migración de personas en búsqueda de oportunidades de mejora de su calidad de vida a través de un empleo formal a los polos turísticos de las ciudades. Pobladores que viven ahí, han participado en el desarrollo de actividades para turistas, pero con un intermediario donde generalmente un posible ingreso, se limita a la venta de productos a estos visitantes esporádicos. Es por eso que, el objetivo de esta investigación es diseñar una propuesta de actividades con potencial turístico en la comunidad La Candelaria, para el desarrollo sustentable y la promoción de la cultura local a través del turismo alternativo. La investigación es de corte cualitativo, de tipo exploratoria, no experimental. Se utilizaron técnicas de investigación como el análisis documental y en campo, la entrevista y la observación que permitieron desarrollar un inventario de actividades turísticas potenciales. Se realizó un estudio de mercado alineado al EC-0731 y se desarrolló una propuesta con base a las fases de un proyecto de inversión. Los principales resultados muestran el 98% de los encuestados manifiestan interés en realizar actividades alternativas y visitar esta comunidad, así como el interés de los pobladores en desarrollarlas. En el inventario turístico propuesto, se sumaron 15 actividades potenciales a la oferta de empleo de la localidad por lo que es posible observar que las actividades propuestas tienen potencial de desarrollo turístico sostenible y justo además de, mostrar aporte contundente para el cumplimiento de los Objetivos del desarrollo sostenible 1, 8, 11, 12 y 15 en la región.

## ABSTRACT

La Candelaria Baja California Sur [B.C.S.], is one of the rural communities of Los Cabos, the latter is a municipality internationally recognized as a luxury Mexican coastal tourist destination. Currently, it is identified that the population of this community has decreased and its dynamics have added to the social phenomena that provoke the migration of people in search of opportunities to improve their quality of life through formal employment to the tourist centers of the cities. Residents who live there have participated in the development of activities for tourists, but with an intermediary where generally a possible income is limited to the sale of products to these sporadic visitors. That is why the objective of this research is to design a proposal for activities with tourism potential in the La Candelaria community, for sustainable development and the promotion of local culture through alternative tourism. The research is qualitative, exploratory, non-experimental. Research techniques such as documentary and field analysis, interviews and observation were used to develop an inventory of potential tourist activities. A market study aligned to EC-0731 was carried out and a proposal was developed based on the phases of an investment project. The main results show that 98% of those

surveyed express interest in carrying out alternative activities and visiting this community, as well as the interest of the residents in developing them. In the proposed tourism inventory, 15 potential activities were added to the employment offer of the town, so it is possible to observe that the proposed activities have the potential for sustainable tourism development and, in addition to, show a strong contribution to the fulfillment of the Objectives of the sustainable development 1, 8, 11, 12 and 15 in the region.

## INTRODUCCIÓN

Las directrices y principios para el desarrollo sostenible se refieren a todos los elementos relacionados con el medio ambiente, la economía y la sociedad que, en conjunto, establezcan un adecuado equilibrio para garantizar sostenibilidad de estas dimensiones a largo plazo. Lo anterior aplica a todas las formas en las que se opera y gestiona el turismo, por lo que la Organización Mundial del Turismo {12} promueve el uso óptimo de recursos medioambientales, el respeto a la autenticidad sociocultural de las comunidades anfitrionas y el aseguramiento de actividades económicas que provean a todos sus agentes, beneficios socioeconómicos distribuidos de manera justa y que contribuyan a la reducción de la pobreza en el mundo.

Consistente con lo anterior, la Organización de las Naciones Unidas {10}, constituye un llamamiento universal a la acción para que, en todas las naciones a través de sus actividades económicas, se ponga fin a la pobreza, se proteja al planeta y se mejoren las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo. Para ello han aprobado los 17 Objetivos para el desarrollo sostenible [ODS] como parte de la Agenda 2030 que incluya las transiciones necesarias en los gobiernos, el sector privado, la academia, las personas y sociedad organizada que ayude a generar un movimiento que impulse transformaciones profundas para su logro. En México, se promueven Los ODS desde el Programa Sectorial de Turismo 2020-2024, este es el documento rector de la política turística de este país y en él, se presenta al turismo como un medio para el aprovechamiento equilibrado de los

recursos, así como para la conservación y regeneración del patrimonio cultural, natural y biocultural a través de los ODS 4: Educación de calidad, 8: Trabajo decente y crecimiento económico, 10: Reducción de las desigualdades, 11: Ciudades y comunidades sostenibles, 13: Acción por el agua, 14: Vida submarina, 15: Vida de ecosistemas terrestres, 16: Paz, justicia e instituciones sólidas y 17: Alianzas para lograr los objetivos {16}.

Esta investigación se llevó a cabo en una comunidad rural de Los Cabos en el estado de B.C.S., el cual está situado en la región noroeste de México, en la parte sur de la península del mismo nombre. Tiene una extensión territorial de 73 mil 909.4 km<sup>2</sup> lo que representa el 3.8% de la superficie nacional, está conformado por cinco municipios: Comondú, Mulegé, Los Cabos, Loreto y La Paz, donde se asienta la capital {8} colinda al norte con Baja California y el Golfo de California, al este con el Golfo de California al sur y oeste con el Océano Pacífico.

De acuerdo al Gobierno del Estado de B.C.S. {4}, este estado destaca como una economía predominante en el sector terciario, que ha proyectado la imagen del estado a nivel global, en conjunto con actividades de comercio e industria de la construcción y que aportan el 65.3% del Producto Interno Bruto (PIB), al mismo tiempo indica que el desarrollo económico y el bienestar de la población se encuentran estrechamente ligados al medio ambiente y al reconocimiento y aprovechamiento del capital natural orientado a lograr un cambio de paradigma hacia el ecodesarrollo. La Secretaría de Turismo y Economía de B.C.S. {17}, por su parte indica que, durante 2022, llegaron 4 millones 116 mil 100 turistas nacionales e internacionales a este estado provenientes principalmente de Estados Unidos de América y Canadá, lo que

significó una derrama de 24 mil 396 millones 822 mil 846 pesos que aportaron directamente a la oferta de servicios turísticos centrados en la modalidad de sol y playa, localizado principalmente en el municipio de Los Cabos.

Su posición actual como sector turístico consolidado se debe en gran manera a sus características geográficas y ecológicas, ya que el estado posee más de 2,000 km de litorales y cuenta con más de 300,000 ha de bahías, esteros, marismas y lagunas costeras, lo que vuelve a la Región del Cabo, la porción meridional del estado, una zona con atractivos biológicos y paisajísticos. El municipio de Los Cabos por su parte tiene un clima cálido, seco y árido, con tormentas tropicales y huracanes durante el verano, así mismo, cuenta con islas, lagunas costeras, marismas, áreas de surgencias y costas expuestas en el lado del Pacífico. (Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Los Cabos {11})

Sin embargo, al contar con infraestructura hotelera y actividades dirigidas principalmente al turismo de masas, las comunidades rurales no son incluidas en la oferta turística del destino, lo que deja fuera la gran diversidad histórica, natural, cultural y gastronómica que proviene principalmente de las rancherías, emblema de la cultura sudcaliforniana, esto genera un desplazamiento de la población joven a las ciudades más cercanas en busca de oportunidades, sin embargo, ya no regresan a su lugar de origen debido a la falta de empleo {1}.

Esta investigación surge de la necesidad de desarrollar proyectos turísticos sustentables de la asignatura de Evaluación y Elaboración de Proyectos Turísticos Sustentables con la finalidad de crear, innovar e impulsar proyectos de inversión con potencial turístico dentro del municipio de Los Cabos, B.C.S., para ello se necesitaron previos conocimientos multidisciplinarios de las asignaturas Diagnóstico y Evaluación del Sistema Turístico, Gestión del Desarrollo Turístico, Marco Legal del Turismo y Protección del Medio Ambiente,

Fundamentos de Mercadotecnia Turística, Administración de Empresas Turísticas, Contabilidad Financiera y Económica, donde se adquirieron habilidades y competencias necesarias para realización de las fases del proyecto de inversión.

## METODOLOGÍA

La investigación es de corte cualitativo, de tipo exploratoria, no experimental. Se utilizaron técnicas de investigación como el análisis documental y en campo, la entrevista y la observación que permitieron desarrollar un inventario de actividades turísticas potenciales. Primeramente, se realizó un estudio de campo que consistió en una visita a la comunidad en el mes de abril de 2022 para identificar los servicios e infraestructura para la atención a visitantes y los atractivos potenciales para el desarrollo de la actividad turística en la zona, en esta visita se realizaron entrevistas a los pobladores, en su mayoría personas adultas que son las que habitan la comunidad. También se realizó un acercamiento con la familia Zamora Pérez, dueños de la molienda dentro de la comunidad donde se trabaja y se procesa la caña de azúcar para elaborar melcocha y panocha (también conocida como panela o piloncillo).

Con la información obtenida en los instrumentos aplicados, en el mes de septiembre se participó en la 1era Semana de Emprendimiento e Innovación Sudcalifornia

Ingenia 2022, para ello se registró la propuesta en el concurso de selección de proyectos de inversión a nivel estatal, donde a través de un jurado evaluador, se eligieron a los 60 proyectos que avanzarían a la siguiente etapa, denominada semana de incubación. En esta fase se realizó un estudio de mercado alineado al EC-0731 como parte de la metodología para el desarrollo de un proyecto de inversión, además se participó en un programa de conferencias grupales y asesorías de entrenamiento personales donde se

realizaron entregables de los puntos vistos, los cuales se enviaron a revisión diaria, así como también se tomaron sesiones personalizadas con asesores especializados en el tema de acuerdo al tipo de proyecto donde ofrecieron retroalimentación y se resolvieron dudas sobre el proyecto.

Para finalizar, se realizó una evaluación del proyecto por parte de un grupo de especialistas, quienes, eligieron a los 20 finalistas, para buscar inversión semilla por parte de distintos inversionistas, el proyecto “Rancho Ecológico La Candelaria” pasó a la fase final donde se trabajó en la elaboración de un cartel y ponencia. El equipo viajó a la ciudad de La Paz del 3 al 6 de octubre donde el producto fue reconocido como “proyecto sobresaliente” dentro de la modalidad de sustentabilidad. En seguimiento a esto, se integró el presente producto de divulgación y se presentó en el 1er Congreso Virtual Internacional de Desarrollo Sustentable y Energías Alternativas del 9 al 11 de octubre 2023 en modalidad ponencia.

## ANTECEDENTES

El año 2015 fue un año decisivo para el desarrollo mundial, al haber aprobado los Gobiernos la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, junto con los ODS. La ambiciosa agenda establece un marco mundial hasta 2030 para acabar con la pobreza extrema, combatir la desigualdad y la injusticia y solucionar el cambio climático. Este conjunto de 17 ODS, con 169 metas asociadas, está centrado en las personas, es transformador y universal, y funciona como un todo integrado. El turismo contribuye, directa o indirectamente, a todos los objetivos. Concretamente, se ha incluido en algunas de las metas de los objetivos 8, 12 y 14 relacionados respectivamente con el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el consumo y la producción sostenibles y el uso sostenible de los océanos y los recursos marinos, ya que el

turismo sostenible tiene una posición firme en la Agenda 2030 {13}.

Derivado de esto han surgido nuevas maneras de hacer turismo de forma más responsable, es decir, un turismo alternativo, el cual tiene antecedentes desde la década de los setenta, aunque el primer registro en bases multidisciplinarias reconocidas (WoS) fue en 1984. Esta modalidad está clasificada en ecoturismo, turismo de aventura y turismo rural, ya que al implementar estas modalidades es posible la práctica de actividades sustentables, por lo que esta investigación va encaminada al desarrollo del turismo rural, por ello es importante mencionar que el turismo rural surgió en Europa como una estrategia complementaria al desarrollo rural en la segunda posguerra mundial, aunque originalmente ya existían experiencias de este tipo a comienzos del siglo XX pero la misma asumió forma de política de desarrollo en la década de los setenta y ochenta {2}.

En México el turismo rural tiene la apariencia de ser incipiente, ha pasado por diferentes etapas, muchas de gran significación y mínimo impacto. La planeación de esta actividad inició desde mediados de los 70's construyéndose los primeros hoteles ejidales, como el de Bucerías en el estado de Nayarit, además, se generaron fideicomisos para poder integrar tierras ejidales y comunales al turismo, donde los ejidatarios tenían un papel importante en la toma de decisiones y manejo de estos complejos turísticos {3}. El Fondo Nacional de Apoyo a Empresas Sociales [FONAES] fue el pionero real del turismo rural en México y durante los 90's apoyó en forma directa a once estados de la república, la mayoría de ellos con altos índices de población indígena y pobreza rural. Este tipo de turismo generó, 769 empleos permanentes y 1,040 temporales en un total de 30 proyectos (Torre, 1999). La promoción del turismo rural en México actualmente se da en dos vertientes, la primera es a través de la inversión del

gobierno federal en programas de desarrollo turístico de carácter general, en el cual involucra de manera marginal al turismo rural. La segunda vertiente se basa en los inmuebles de las antiguas haciendas porfirianas, las que han iniciado la operación con grandes presupuestos de remodelación y rescate de las antiguas propiedades, es el caso de las haciendas henequeneras en Yucatán y del programa Haciendas y Casas Rurales de Jalisco (Amaya, 2005, p. 54). En esta vertiente también se busca la incorporación de campesinos con recursos económicos modestos, pero con potencial turísticos, que corresponde al caso de los ejidos y comunidades rurales del país.

## DESARROLLO

En Baja California Sur existen más de 35 localidades rurales vinculadas con dicha actividad que comparten como problemática la escasa infraestructura y la carencia de medidas de control de la afluencia turística. La principal recomendación es desarrollar líneas de investigación que permitan aportar elementos para medir la sustentabilidad turística a nivel local y, con base en ello, diseñar medidas para la adecuada conducción de tan importante actividad. Es necesario precisar que estas problemáticas se acentúan, particularmente, en zonas aledañas a los mega desarrollos turísticos, un ejemplo es lo que pasa en el corredor turístico de Los Cabos, cuyo crecimiento se asocia como una economía de enclave {5} tendiente a generar un efecto multiplicador que no ha podido llegar a otras pequeñas localidades y zonas costeras aledañas (Castro, 2007).

Una de estas comunidades es La Candelaria, en donde se identifica que la población ha decrecido y sus dinámicas se han sumado a los fenómenos sociales que suscitan la migración de personas en búsqueda de oportunidades de mejora de su calidad de vida a través de un empleo formal a los polos turísticos de las ciudades, consistente

con Piñeiro {14}, quien indica que, en los últimos treinta años, ha existido un proceso de descomposición donde productores familiares han sido expulsados del campo y otros han emigrado a las ciudades en búsqueda de empleo y ambos casos son portadores de una cultura rural que hoy permea a la sociedad urbana. Algunos pobladores de la comunidad de La Candelaria han participado en el desarrollo de actividades para turistas a través de un intermediario donde generalmente un posible ingreso, se limita a la venta de productos a estos visitantes esporádicos. Por ello surge la necesidad de desarrollar el turismo rural en estas zonas, donde es posible transformar las actividades económicas de las rancherías por medio del aprovechamiento de la riqueza natural y cultural para generar beneficios para los locales, al mismo tiempo que se amplía la oferta turística en el destino. Para lograrlo se requiere la adecuada capacitación del recurso humano, de manera que tengan conocimientos en la atención al cliente y servicios de calidad, que impulse la actividad turística en las comunidades rurales.

La comunidad de La Candelaria, perteneciente al municipio de Los Cabos y está ubicada a 40 minutos de la ciudad más importante del municipio, Cabo San Lucas. Cuenta con una población aproximada de 98 habitantes {9} y se caracteriza por su estilo campirano propio de un rancho tradicional sudcaliforniano regido por un sistema de usos y costumbres que prevalece hasta la fecha. Por ello el objetivo de esta investigación es diseñar una propuesta de actividades con potencial turístico en la comunidad La Candelaria, para el desarrollo sustentable y la promoción de la cultura local a través del turismo alternativo. Ibáñez e Ivanova {6} señalan que el turismo alternativo tiene como objetivo la realización de viajes donde el turista participa en las actividades recreativas de contacto con la naturaleza y las expresiones culturales de comunidades rurales, indígenas y urbanas, al tiempo que se

respeta el patrimonio natural, cultural e histórico del lugar que visitan; esta clasificación por su parte se conforma de actividades que indican su característica principal: turismo cultural, turismo rural, agroturismo, ecoturismo, turismo de aventura, turismo cinegético, entre otros. El turismo rural, continúa Ibáñez e Ivanova {7}, es aquel tipo de turismo que se realiza en zonas no urbanas, realza la cultura, sus valores y la identidad de la población local a través de su participación directa y activa en la prestación de los servicios turísticos. Este tipo de turismo permite un intercambio positivo entre los visitantes y los receptores, por lo que, a través de la realización de diversas actividades, se refuerza el sentido de comunidad y pertenencia de los pobladores, se promueve la educación y el esparcimiento mediante la observación y el estudio de los valores del lugar, por lo que se genera un fuerte sentido de identidad y se trabaja por la conservación de las prácticas tradicionales, lo que genera crecimiento dentro de la misma comunidad. Mientras que según Ruiz & Solís {15} el turismo comunitario es una forma de gestión del turismo que aúna tres perspectivas fundamentales: una sensibilidad especial con el entorno natural y las particularidades culturales, la búsqueda de sostenibilidad integral (social y natural), y el control efectivo del negocio turístico por parte de las comunidades. Se trata, pues, de un modo de implementar el turismo que persigue equilibrar las dimensiones medioambientales y las culturales, con la particularidad de una gestión y organización anclada en las comunidades, ya que actualmente se busca que las comunidades rurales sean incluidas en la oferta turística de Los Cabos, de tal manera que se identifique el potencial turístico, así como los recursos naturales y culturales con los que cuentan y así impulsar un turismo rural no solo sostenible sino también comunitario donde haya beneficios para toda la comunidad y mejore la calidad de vida.

## RESULTADOS

De acuerdo a lo anteriormente planteado dentro de los principales resultados, se presenta la tabla 1, en la cual se identifican y clasifican los atractivos y actividades potenciales del desarrollo de la actividad turística en la comunidad de La Candelaria.

Tabla 1. Actividades potenciales de desarrollo de la actividad turística en La Candelaria B.C.S.

Categoría	Actividad	Atractivo
Turismo rural	1. Talleres gastronómicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Taller de elaboración de panocha (piloncillo).</li> <li>Taller de elaboración de dulces típicos de temporada (jaleas, ates, conservas).</li> <li>Taller de elaboración de alimentos (tortillas, queso, machaca, pan, otros.)</li> </ul>	• Patrimonio cultural
	2. Talleres artesanales: <ul style="list-style-type: none"> <li>Taller de tejido de palma.</li> <li>Taller de talabartería.</li> </ul>	
	3. Otros <ul style="list-style-type: none"> <li>Fotografía rural.</li> <li>Agroturismo.</li> </ul>	
Turismo de Aventura	• Cabalgata.	• Patrimonio natural
	• Ciclismo de montaña. Caminata.	
Ecoturismo	• Senderismo interpretativo.	• Patrimonio natural
	• Camping.	
	• Talleres de educación ambiental.	
	• Rescate de flora y fauna (en conjunto con observación de ecosistemas u observación de flora y fauna).	
	• Observación geológica.	
	• Observación sideral.	

Fuente: Elaboración propia a partir de Ibáñez y Rodríguez (2012)

En esta se puede observar que se identificaron siete actividades potenciales relacionadas con la categoría de turismo rural, de igual manera, se integraron las identificadas con el turismo de aventura y el ecoturismo, que, en conjunto integran la clasificación del turismo alternativo, y que ayuda a enriquecer la propuesta para una mayor diversificación económica y oportunidades para la población. Adicionalmente, se identificó que la comunidad está interesada en desarrollar este tipo de actividades orientadas a la atención de visitantes, los pobladores consideran que se puede sumar a lo que actualmente realizan a través de terceros y que esto puede ser gestionado de manera autónoma, principalmente con el apoyo de las nuevas generaciones, lo cual puede brindarles la oportunidad de evitar la necesidad de migrar en busca de oportunidades laborales fuera de su

comunidad.

Por último, se encontró que en el estudio de mercado el 98% de los encuestados, residentes del municipio de Los Cabos, manifiestan un marcado interés en realizar actividades alternativas y visitar esta comunidad. Este dato, aunado al número de turistas que actualmente disfrutan de Los Cabos, presenta una oportunidad para un significativo crecimiento en las perspectivas y posibilidades de desarrollo para esta comunidad.

## CONCLUSIONES

En el estado de B.C.S. y particularmente en Los Cabos, se identifica la necesidad de desarrollo de actividades alternativas que fortalezcan la oferta de servicios turísticos centrados en el turismo de sol y playa.

La comunidad de La Candelaria posee atractivos naturales y culturales por los cuales es posible observar que las actividades propuestas tienen potencial de desarrollo turístico sostenible y justo, además de mostrar aporte contundente a los ODS 1, 8, 11, 12 y 15 en la región.

Los pobladores de la comunidad manifiestan interés por desarrollar actividades de atención a visitantes o turistas sin intermediarios y consideran que es una opción para disminuir la migración y construir oportunidades para las nuevas generaciones de esta comunidad.

Residentes del municipio de Los Cabos por su parte, muestran interés en desarrollar actividades en la comunidad de La Candelaria, lo que la convierte en la única comunidad del sur de este municipio con posibilidad de construir un producto rural comunitario y sustentable.

## REFERENCIAS

{1} Camacho, A. (2019). El turismo rural al rescate cultural de Baja California Sur.

Entorno Turístico. <https://n9.cl/bmxjk>

{2} Dachari, A. (2005) Retos del turismo rural en América Latina, pp. 9 - 21.

<https://n9.cl/f3x0m7>

{3} Dachari, A. (2003) Rutas, culturas y cotidianidad en el mundo rural. En seminario sobre turismo rural y su contribución a la creación de empleo y la conservación del patrimonio.

{4} Gobierno de B.C.S. (2020). Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027, Fase Diagnóstico.

<https://n9.cl/dyvn5>.

{5} Ibáñez, R., (2014). Turismo y Sustentabilidad en Pequeñas Localidades Costeras de Baja California Sur (BCS). El Periplo Sustentable, (26), 67-101.

<https://n9.cl/d6aqt>

{6} Ibáñez, R., & Ivanova, A. (2012). Medio ambiente y Política turística en México Tomo I: Ecología, Biodiversidad y Desarrollo turístico. Instituto Nacional de Ecología. <https://n9.cl/xhfs3>

{7} Ibáñez R.; & Rodríguez I. (2012). Tipologías y antecedentes de la actividad turística: turismo tradicional y turismo alternativo. <https://n9.cl/ghqhx>.

{8} Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Superficie. Baja California sur. (s. f.). <https://n9.cl/1dh0z>.

{9} México Pueblos América. (s. f.). La Candelaria (Baja California Sur) Los Cabos. <https://n9.cl/5b1gq>

{10} Organización de las Naciones Unidas (2023). La Agenda para el Desarrollo Sostenible. <https://n9.cl/g5xt>.

{11} Organización de los estados Americanos Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Social, & Instituto Nacional de Ecología. (1994). Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Los Cabos <https://n9.cl/7xu9c5>.

{12} Organización Mundial del Turismo. (2020). Desarrollo Sostenible.

<https://n9.cl/zplw2>.

- {13} Organización Mundial del Turismo. (s.f.) El Turismo en la Agenda 2030. <https://n9.cl/iimy0>
- {14} Piñeiro, D. (2001). Población y trabajadores rurales en el contexto de transformaciones agrarias. ¿Una nueva ruralidad en América Latina? <https://n9.cl/enxj2>.
- {15} Ruiz, E., & Solís, D. (2007). Turismo Comunitario en Ecuador Desarrollo y Sostenibilidad Social. Animación sociocultural. <https://n9.cl/7l68g>.
- {16} Secretaría de Turismo (2021). Estrategia de Turismo Sostenible 2030. <https://n9.cl/z2rnlj>.
- {17} Secretaría de Turismo y Economía (2023). Llegada de turistas vía aérea a BCS superó los 4 millones, al cierre de 2022: Gobierno del Estado. <https://n9.cl/rt3sl>.

# Producción y uso de biofertilizantes a partir de residuos orgánicos para la agricultura sostenible

Medellín-Castillo Nilda Edith\*<sup>1</sup>, Mójica-Mesinas Cuitláhuac<sup>1</sup>, Wong-Argüelles Cynthia<sup>2</sup>,  
Hernández y Orduña María Graciela<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Valles. Carr. al Ingenio Plan de Ayala Km. 2,  
Col. Vista Hermosa. C.P. 79010. Cd. Valles, S.L.P.

<sup>2</sup>El Colegio de Veracruz. Carrillo Puerto 26, Zona Centro, Centro. C.P. 91000Xalapa-Enríquez,  
Ver.

\* m22690002@tecvalles.mx

## RESUMEN

El abuso de fertilizantes químicos, herbicidas y otras sustancias en la agricultura convencional, provoca daños al medio ambiente y la naturaleza, generando crisis ecológica y social. Es importante buscar alternativas más sustentables como los biofertilizantes donde su producción a través de biodigestores semicontinuos es eficiente, económica y su ensamble-manejo es sencillo. Se realizó una formulación con diversas materias primas (excreta de vaca, melaza, ceniza y suero de leche) con una fermentación de 80 días obteniendo un pH de 7.93, C.E. de 9.98 dS/m y temperatura de 28°C. El 87% del material que entró al biodigestor se transformó en biol; el cual sirve como estimulante para la germinación y el crecimiento de plantas lo cual se comprobó con un bioensayo de fitotoxicidad. El objetivo de esta investigación fue obtener un biofertilizante enriquecido y evaluar su uso agrícola para reducir los impactos ambientales y promover la agricultura sostenible entre los pequeños productores.

## ABSTRACT

The abuse of chemical fertilizers, herbicides and other substances in conventional agriculture causes damage to the environment and nature, generating ecological and social crises. It is important to look for more sustainable alternatives such as biofertilizers where their production through semi-continuous biodigesters is efficient, economical and their assembly-handling is simple. A formulation was made with various raw materials (cow excrement, molasses, ash and whey) with a fermentation of 80 days obtaining a pH of 7.93, C.E. of 9.98 dS/m and temperature of 28°C. 87% of the material that entered the biodigester was transformed into biol; which serves as a stimulant for germination and plant growth, which was proven with a phytotoxicity bioassay. The objective of this research was to obtain an enriched biofertilizer and evaluate its agricultural use to reduce environmental impacts and promote sustainable agriculture among small producers.

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas convencionales, con su énfasis en insumos químicos, han causado daños significativos en la salud de los suelos y el equilibrio ambiental. Esta degradación es debida al uso excesivo de fertilizantes y pesticidas y ha alterado los ecosistemas agrícolas generando con ello problemas como la resistencia de plagas a químicos y la dependencia de la industria agroquímica {2}.

Los efectos adversos al medio ambiente han orientado a buscar estrategias y soluciones prácticas y más efectivas para manejar residuos como tecnologías más limpias y los biofertilizantes {5,1}. El estudio de los biofertilizantes revela su potencial para transformar la agricultura, al aumentar el crecimiento de las plantas mediante microorganismos beneficiosos, provenientes de fuentes renovables como residuos orgánicos o desechos agrícolas {7}. La producción eficaz y rápida de bioles enriquecidos se logra a través de biodigestores semicontinuos a partir de la fermentación del estiércol de animales y de residuos vegetales, destacando su simplicidad en ensamble y manejo. La digestión anaeróbica, un proceso biológico que emplea microorganismos para descomponer materia orgánica sin oxígeno, resulta en la generación de energía en forma de biogás, junto con subproductos como el biol y el biosol. El biol se emplea actualmente como un abono foliar, el cual promueve el desarrollo y crecimiento saludable de diversos cultivos, se destaca por su valor fertilizante, mejora de suelos al reciclar nutrientes y aportar hormonas vegetales de crecimiento. No obstante, su calidad varía según el proceso de digestión y materia prima utilizada, requiriendo monitoreo constante para evitar contaminantes {3, 4, 10, 13}.

La evidencia de su uso y los beneficios que traen consigo los biofertilizantes y el deterioro ambiental que causan los fertilizantes químicos, ha hecho que muchos productores agrícolas vean la alternativa de

producción de sus propios biofertilizantes y su aplicación para optimizar sus residuos y sus recursos económicos {4}.

En este contexto, esta investigación se enfoca en la obtención y evaluación de un biofertilizante enriquecido, buscando mitigar los impactos ambientales de los fertilizantes químicos y promover prácticas sostenibles entre pequeños productores.

## METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo con un enfoque experimental que combinó métodos de investigación cuantitativos, aplicativos y experimentales. Se centró en la producción y uso de biofertilizantes utilizando una metodología basada en investigaciones detalladas y adaptación de proyectos anteriores del Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles.

Para alimentar el biodigestor y evaluar sus características fisicoquímicas, se utilizaron materias primas específicas: estiércol de bovino, melaza (rica en azúcares para la fermentación), lactosuero y cenizas para mantener un pH adecuado. Se utilizó una formulación alimentando el biodigestor durante 45 días consecutivos y un periodo final de 80 días, se tomaron parámetros como pH, conductividad y temperatura diariamente, muestras de alimentación de los días 30, 45 y 60 se analizaron para identificar la composición de los residuos, utilizando métodos de laboratorio estándar para determinar humedad y cenizas por el método gravimétrico. En la producción de biofertilizante y evaluación del contenido de nutrientes, se recolectaron muestras para pruebas fisicoquímicas, análisis microbiológicos, pruebas de metales pesados y ensayos de fitotoxicidad. Los análisis de laboratorio incluyeron parámetros como humedad, materia orgánica, sólidos totales, conductividad eléctrica, cationes básicos, micronutrientes, azufre, boro y fósforo. Estos análisis se realizaron en el laboratorio Fertilab, respaldado por acreditaciones y certificaciones.

Los ensayos de fitotoxicidad se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química del TecNM, campus Ciudad Valles, utilizando semillas de maíz, frijol y lechuga para evaluar la calidad de los biofertilizantes y establecer la dilución óptima para su aplicación agronómica. Se empleó la metodología de bioensayos propuesta por {6}, basada en la germinación de semillas en contacto con el extracto acuoso, comparando la tasa de germinación y desarrollo de plántulas con un testigo durante los primeros cinco días de crecimiento. Se siguieron las pautas de {11} para la metodología y la cantidad de extracto según {8}.

Se prepararon diluciones del biofertilizante (B1) en diferentes porcentajes y se realizaron pruebas en cajas de petri con veinte semillas cada una, manteniéndolas a 25°C durante cinco días. Se recopilaron datos para calcular el porcentaje de germinación relativa, crecimiento radicular relativo y el índice de germinación, permitiendo establecer niveles de fitotoxicidad.

Este enfoque metodológico exhaustivo y detallado permitió evaluar minuciosamente la calidad de los biofertilizantes y su potencial para la agricultura sostenible, siguiendo estándares reconocidos en laboratorios especializados y utilizando bioensayos para determinar su efectividad y posibles impactos en el crecimiento de las plantas.

## RESULTADOS

Se llevo un proceso de biodigestión que se extendió por 80 días, generando aproximadamente 60 litros de biofertilizante a partir de residuos orgánicos. Se realizaron análisis en el Laboratorio de Química del TecNM campus Ciudad Valles (Tabla 1) para evaluar las características fisicoquímicas de estos residuos que alimentaron al biodigestor (F1) y se comparó con otras tres formulaciones utilizadas (F2, F3 y F4).

Tabla 1. Análisis de las formulaciones (F1, F2, F3, F4) para la alimentación de un biodigestor en el Laboratorio de Química en el TecNM campus Ciudad Valles.

Los resultados revelaron variaciones significativas en el pH y la temperatura en las cuatro fórmulas empleadas. Mientras que algunos valores de pH estaban dentro del rango óptimo para la digestión anaeróbica, otros excedieron los límites recomendados, sugiriendo ajustes necesarios para mantener condiciones más adecuadas para el proceso {11}.

Tip o	p H	T (° C)	% M O	% Humed ad	% Ceni za	% Sólidos volátiles	% de Sólidos totales
F1	7.83	27.3	NA	96.9	3.05	71.03	28.97
F2	8.44	22.84	0.84	98.5	8.8	99.29	1.15
F3	9.92	31.81	0.81	94.8	8.8	55.9	10.3
F4	8.89	28.56	1.56	94.9	23.1	62.9	10.9

En cuanto a la temperatura, se observó diversidad en los rangos, algunos alineados con condiciones ideales para la actividad microbiana, pero es crucial mantenerla dentro del rango mesófilo para un funcionamiento óptimo del biodigestor.

Los análisis detallados de los biofertilizantes (F1 Y F2) mostraron variaciones en los macronutrientes. El biol (F3) presento concentraciones diferentes de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y sodio en comparación con otros biofertilizantes, destacándose por su alta concentración de hierro, cobre, zinc y boro{11}. (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de macronutrientes por un laboratorio certificado (Fertilab) de los bioles obtenidos en los biodigestores semicontinuos.

BI OL	Fe mg /L	Cu mg /L	M n mg /L	Zn mg /L	B mg /L	Mo mg /L	Ni mg /L
B1	7.15	0.54	0.31	1.72	4.06	0.84	NA
B2	22	0.0	4	1	1	NA	NA
B3	20	1	3	2	2	NA	NA

Estos resultados sugieren condiciones adecuadas para el proceso de biodigestión, aunque se recomienda un monitoreo continuo para ajustar el pH y la temperatura, y así mantener condiciones óptimas para la producción del biofertilizante.

La comparación de la fitotoxicidad se realizó mediante una escala establecida por [5] que establece tres rangos: alta fitotoxicidad (valores inferiores al 50%), fitotoxicidad moderada (valores entre el 50% y el 80%).

Los resultados de la evaluación en el maíz mostraron una fitotoxicidad moderada para el (F1) en todos los tratamientos, ya que los porcentajes están bajo del umbral del 50% no evidenciando casos de fitotoxicidad alta o en ausencia de esta. En lechuga la mayoría de los tratamientos mostraron ausencia de fitotoxicidad. Para el frijol todos los tratamientos presentaron alta fitotoxicidad, sin mostrar signos de fitotoxicidad moderada o ausencia de ella. (Tabla 3 y 4).

Tabla 3 Porcentaje de relación relativa y diluciones del ensayo de fitotoxicidad con diferentes semillas de rápido crecimiento biol1.

Semilla	% Dilución	% PGR	Interpretación
Maíz	12	58.33	Fitotoxicidad moderada
Lechuga	1.5, 3.0	96.67	No fitotóxico
Frijol	3.0	25	Alta fitotoxicidad

Tabla 4. Porcentaje de relación y diluciones del ensayo de fitotoxicidad con diferentes semillas de rápido crecimiento biol2

Semilla	% Dilución	% PGR	Interpretación
Maíz	12	29.07	Alta fitotoxicidad
Lechuga	1.5	96.67	No fitotóxico
Frijol	1.5, 3.0	25	Alta fitotoxicidad

Los materiales utilizados en los tratamientos evaluados presentaron alta y moderada fitotoxicidad en las dos plantas. Esto resalta la importancia de implementar medidas adicionales para minimizar estos efectos en sistemas biológicos o agrícolas la relevancia de la fitotoxicidad en la agricultura, puede tener un impacto significativo en los rendimientos de los cultivos.

### CONCLUSIÓN

Los bioles obtenidos tienen potencial para ser empleados como biofertilizantes en ensayos de cultivo. Su promoción y mejora debe ser fomentada por los centros de investigación y entidades agrícolas pertinentes, con el propósito de maximizar la eficacia de esta práctica y generar beneficios tanto económicos como ambientales, impulsando así mejoras significativas en los rendimientos agrícolas y en la sostenibilidad del entorno.

### REFERENCIAS

[1] Armenta-Bojórquez, A. D., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J. R., Apodaca-Sánchez, M. Á., Gerardo-Montoya, L., & Nava-Pérez, E. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6(1), 51-56.

[2] (Ayala, 2008) Ayala, A. (2008). Evaluación de abonos orgánicos en

el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)  
Tesis. Agr.

{3} (Bautista & Hernández, 2021)  
Bautista, I., & Hernández, A. (2021).  
Determinación de la materia orgánica del  
suelo (MOS) por el método químico y por  
calcinación. *Revista Ingeniería y Región*, 6.

{4} Beltrán-Pineda, M. E., & Bernal-  
Figueroa, A. A. (2022). Biofertilizantes:  
alternativa biotecnológica para los  
agroecosistemas. *Revista Mutis*, 12(1).

{5} Emino, E., & Warman, P. (2004).  
Biological assay for compost quality. En:  
*Compost Science & Utilization*, 12(4), 342–  
348.

{6} Florez Jalixto, M. A., Roldán Acero, D. J.,  
& Juscamaita Morales, J. G. (2020).  
Evaluación de fitotoxicidad y  
caracterización de un fertilizante líquido  
elaborado mediante fermentación láctica  
utilizando subproductos del procesamiento  
de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). *Ecología  
Aplicada*, 19(2), 121.  
<https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1563>

{7} Martí, J. (2019). Experiencias Latino  
Americanas en la implementación de  
estrategias para democratizar los  
biodigestores entre pequeños y medianos  
productores agropecuarios. *Aportes a  
Ecuador*.

{8} Moreno, N. (2007). Potencial  
biotecnológico de microorganismos en  
ecosistemas naturales y agroecosistemas. 1  
Ed (J. Sánchez, Ed.; Vol. 434).

{9} Muñoz, H., Elena, C., Hernández, J.,  
Álvarez, A., Luciano, C., Mata, R., Hidalgo, P.,  
& Felipe, L. (2015). Toxicidad de  
fertilizantes orgánicos estimada con  
bioensayo de germinación de lechuga. *Terra  
Latinoamericana*, 33(2), 179–185.

{10} Oculita, U. R. (n.d.). La contaminación  
del suelo. *Fao.org*. Retrieved November 26,  
2023, from  
<https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>

{11} Organización de las Naciones Unidas  
para la Alimentación y la Agricultura.  
(2021).

{12} Peralta-Veran, L., Juscamaita-Morales,  
J., & Meza-Contreras, V. (2016). Obtención y  
caracterización de abono orgánico líquido a  
través del tratamiento de excretas del  
ganado vacuno de un establo lechero  
usando un consorcio microbiano ácido  
láctico. *Ecología Aplicada*, 15(1), 1.  
<https://doi.org/10.21704/rea.v15i1.577>

{13} Ramirez Hernández, M.  
(2023). Estrategias de innovación en la  
creación de nuevos productos a partir de los  
residuos y subproductos de las industrias  
alimentarias.  
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/54794>

{14} Ramírez, L. A. G., Cabrera, F. A. L.,  
Escobedo, M. K. L., Vásquez, C. B. B., &  
Torres, C. A. L. (2023). Biofertilizante “biol”:  
caracterización física, química y  
microbiológica. *Alfa Revista de  
Investigación En Ciencias Agronómicas y  
Veterinaria*, 7, 336–345.

{15} Varnero, M., Galleguillos, K., Guerrero,  
D., & Suárez, A. (2014). Producción de  
Biogás y Enmiendas Orgánicas a Partir del  
Residuo Olivícola  
(Alperujo). *Tecnológica*, 25, 73–78.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000500011>

{16} Varnero, M. T. (2001). Desarrollo de  
substratos: Compost y Bioabonos. 123(3),  
21–30.

{17} Varnero, M. T., Orellana, R., Rojas, C., &  
Santibañes, C. (2006). Evaluación de  
especies sensibles a metabolitos fitotóxicos  
mediante bioensayos de germinación.

{18} Wong Arguelles, C., Acosta Pintor, D. C.,  
Mojica Mesinas, C., Márquez, H. L., & Vidal  
Becerra, E. (2023). Obtención de  
biofertilizantes enriquecidos en  
biodigestores semicontinuos a nivel  
laboratorio. *Ciencia Latina Revista  
Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5241–  
5258.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4827](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4827)

{19} Zucconi, F., Pera, A., Forte, M., & De  
Bertoli, M. (1981). Evaluating toxicity.

# Evaluación del aporte urbano de aguas residuales al río Valles, Ciudad Valles, San Luis Potosí

Lorenzo-Márquez, Habacuc\*<sup>1</sup>; Leines-Medina, Desiderio<sup>1</sup>; Gutiérrez-Reyes, Azucena de los  
Ángeles<sup>1</sup>; Torres-Velázquez, Jony Ramiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Valles, Carr. al Ingenio Plan de Ayala Km. 2,  
Col. Vista Hermosa. C.P. 79010. Cd. Valles, S.L.P.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México/I. T. del Valle del Yaqui.

\*[habacuc.lorenzo@tecvalles.mx](mailto:habacuc.lorenzo@tecvalles.mx)

## RESUMEN

La acelerada urbanización y la intensificación agrícola plantean desafíos globales para la calidad del agua, con especial preocupación en los ríos urbanos mexicanos. La cuenca del río Valles, en Ciudad Valles, muestra un aumento significativo en la descarga de aguas residuales. Este estudio, basado en un detallado muestreo de 17 sitios en 2022, se centra en áreas agrícolas, urbanas y mixtas, respaldando la elección de variables con investigaciones específicas para México. Los resultados revelan concentraciones medias sustanciales de coliformes totales y fecales, temperaturas del agua estables alrededor de 25.36°C, pH neutro (7.69), conductividad eléctrica promedio de 588.88  $\mu\text{S}$ , turbidez de 1.73 NTU y alcalinidad media de 195.94 mg/L de carbonato de calcio. El análisis de componentes principales identifica patrones espaciales, proporcionando una base sólida para comprender la distribución de contaminantes y características físicas en el río Valles, crucial para la toma de decisiones en la gestión ambiental.

## ABSTRACT

The rapid urbanization and agricultural intensification pose global challenges to water quality, with specific concern for Mexican urban rivers. The Valles River basin in Ciudad Valles exhibits a significant increase in wastewater discharge. This study, based on meticulous sampling at 17 sites in 2022, focuses on agricultural, urban, and mixed areas, supporting variable selection with Mexico-specific research. Results reveal substantial average concentrations of total and fecal coliforms, stable water temperatures around 25.36°C, neutral pH (7.69), an average electrical conductivity of 588.88  $\mu\text{S}$ , turbidity of 1.73 NTU, and a mean alkalinity of 195.94 mg/L as calcium carbonate. Principal component analysis identifies spatial patterns, providing a robust foundation to comprehend pollutant distribution and physical characteristics in the Valles River, crucial for environmental management decisions.

## INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento urbano y la intensificación de las prácticas agrícolas en cuencas fluviales representan desafíos críticos para la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos a nivel global. En México, este fenómeno es notable debido a la expansión urbana y prácticas agrícolas intensivas en las cuencas fluviales. Investigaciones previas resaltan la vulnerabilidad de los ríos urbanos mexicanos ante la contaminación, enfatizando la necesidad de evaluaciones exhaustivas {1}. La cuenca del río Valles, en Ciudad Valles, San Luis Potosí, refleja este problema, enfrentando un aumento en la descarga de aguas residuales urbanas y agrícolas, impactando la calidad del agua y desafiando la integridad de los ecosistemas acuáticos.

Esta investigación aborda directamente esta problemática, enfocándose en un muestreo detallado en 17 sitios a lo largo del río Valles en 2022. La subdivisión del río en zonas agrícola, urbana y de mezcla se basa en estudios previos {2, 3}, facilitando la evaluación detallada de fuentes de contaminación y contextualizando resultados. La elección de variables como coliformes totales y fecales responde a la detección de contaminación fecal en ríos urbanos mexicanos {4, 5}. La temperatura del agua y su variabilidad, estudiadas en el contexto mexicano {7, 8}, y el pH como indicador de acidez o alcalinidad, crucial para la salud de los ecosistemas acuáticos en México {9}, se incluyen.

Parámetros fisicoquímicos como conductividad eléctrica, turbidez y alcalinidad se seleccionan en base a estudios específicos en cuencas mexicanas, destacando la salinidad, sedimentación y capacidad para neutralizar ácidos {10, 11, 12}. Estas elecciones, respaldadas por literatura científica, buscan medir la calidad del agua en el río Valles y contextualizar resultados en el contexto de cuencas fluviales mexicanas.

El análisis estadístico se realizó en Google

Colab utilizando Python, evaluando la validez de los supuestos estadísticos y asegurando la robustez de los hallazgos. Este escrutinio garantiza la confiabilidad de los resultados, identificando patrones y tendencias, contribuyendo a una base analítica sólida. A lo largo del estudio, nos comprometemos a presentar datos y una narrativa analítica

fundamentada, enriqueciendo la comprensión de la salud del río Valles y proporcionando información valiosa para la gestión sustentable en México.

## METODOLOGÍA

Se tomaron 17 muestras (Figura 1) triplicadas a lo largo del río en Ciudad Valles, dividiéndolo en secciones agrícola, urbana y de mezcla con el río Tampaón. Con un analizador multiparamétrico OAKTON PC 450, se realizaron mediciones físico-químicas (temperatura, pH, conductividad eléctrica, turbidez, y alcalinidad), siguiendo buenas prácticas de muestreo (NMX-AA-003-1980) {13}.

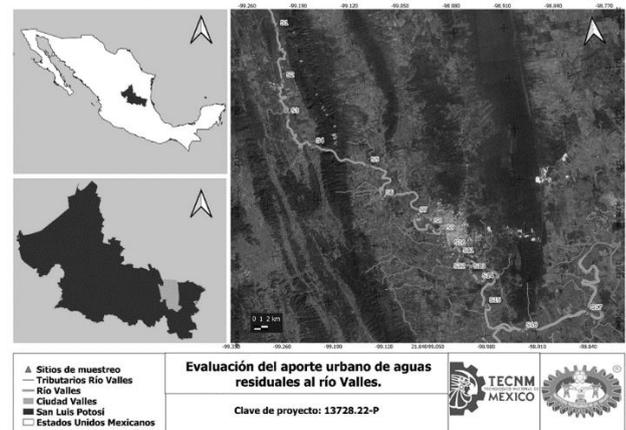


Figura 1. Mapa de ubicación río Valles, Ciudad Valles, San Luis Potosí, México.

Para evaluar coliformes, se usó la técnica Coliscan Easygel, con bolsas estériles Stand Up Nasco Whirl-Pak. Se calcularon estadísticas descriptivas y se verificaron supuestos estadísticos para ANOVA one-way. Además, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) y un correlograma para identificar patrones espaciales en los datos. El PCA reduce la

dimensionalidad, resaltando relaciones complejas y patrones en la calidad del agua. Google Colab Python se empleó para el análisis, basándose en la NMX-AA-115-SCFI-2015 [14].

## RESULTADOS

El análisis del agua en el río Valles revela hallazgos destacados, especialmente en la zona urbana. La prueba ANOVA (Figura 2) muestra disparidades significativas en los niveles de coliformes fecales entre secciones del río, siendo más pronunciadas en la zona urbana. No hay diferencias sustanciales en coliformes totales ( $F = 0.30$ ,  $p = 0.75$ ).

Sin embargo, las concentraciones de coliformes fecales varían significativamente entre secciones ( $F = 6.91$ ,  $p = 0.009$ ), indicando una posible contribución antropogénica a la contaminación fecal en esta área.

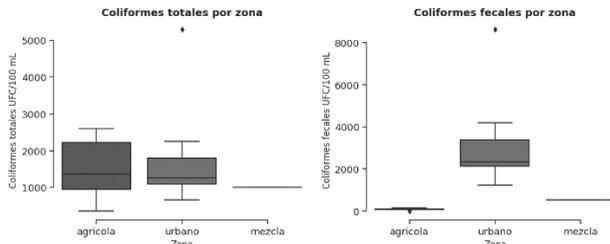


Figura 2. ANOVA one-way Bacterias Coliformes totales y Coliforme fecales

El correlograma (Figura 3) destaca conexiones específicas, como la relación positiva entre las concentraciones de coliformes fecales y el pH, así como la fuerte correlación entre la temperatura del agua y la turbidez, proporcionando una visión más detallada de las complejas interacciones ambientales en la zona urbana del río Valles.

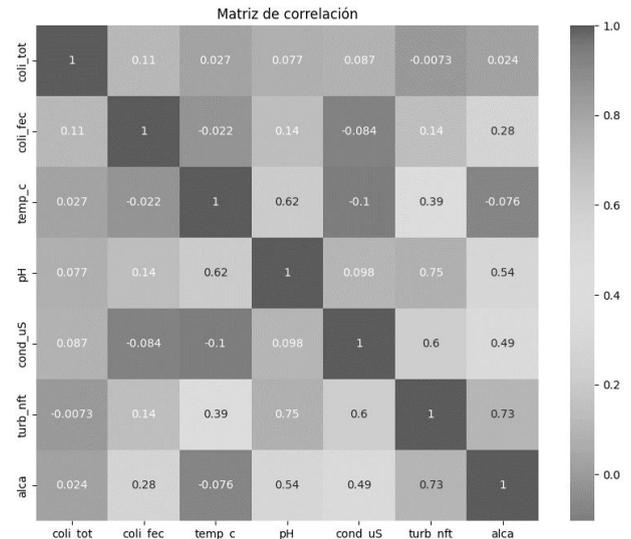


Figura 3. Matriz de correlación de variables en el río Valles.

El PCA confirma la diferenciación espacial entre las secciones del río, resaltando la singularidad de las condiciones en la zona urbana. Este patrón subraya la importancia de considerar las características específicas de cada área al abordar estrategias de gestión.

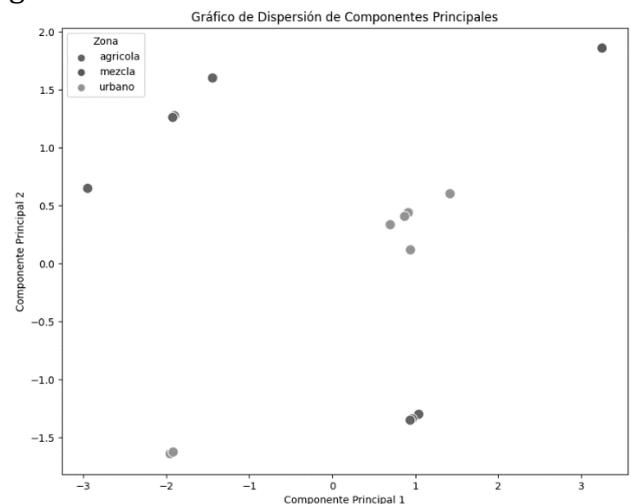


Figura 4. Gráfico de dispersión de Componentes Principales entre sitios del río Valles.

En resumen, estos resultados resaltan la necesidad urgente de intervenciones específicas en la zona urbana para contrarrestar la contaminación fecal y salvaguardar la salud integral del ecosistema acuático en el río Valles.

El análisis detallado de la calidad del agua en el río Valles desvela hallazgos de suma importancia, especialmente en la zona urbana, donde se identificaron concentraciones significativas de coliformes fecales, según los resultados de ANOVA (Figura 2). Esta revelación cobra relevancia al considerar investigaciones previas que han documentado la evolución de la calidad del agua en el río Valles a lo largo del tiempo {15}. La comparación con datos históricos refleja una tendencia preocupante de aumento en la contaminación bacteriana, respaldando la noción de una influencia antropogénica creciente en este ecosistema acuático específico.

La interpretación de los resultados se enriquece al vincularlos con investigaciones previas de alto impacto que han establecido conexiones claras entre la expansión urbana y la contaminación bacteriana en ríos urbanos {16}. Estudios específicos sobre la dinámica de la urbanización y su impacto en la calidad del agua respaldan la idea de que la presencia acentuada de coliformes fecales en la zona urbana puede ser atribuida, al menos en parte, a las actividades humanas en curso.

La visualización del correlograma (Figura 3) profundiza en la comprensión de estas conexiones.

La correlación positiva entre las concentraciones de coliformes fecales y el pH sugiere fuentes específicas de contaminación, como el vertido de aguas residuales urbanas, corroborando estudios previos sobre la alteración química del agua en áreas urbanas {17}. Además, la fuerte conexión entre la temperatura del agua y la turbidez apunta a la influencia directa de factores urbanos, como la escorrentía y la carga de sedimentos, coincidiendo con hallazgos anteriores sobre la turbidez del agua en ambientes urbanos {17}.

La aplicación del PCA (Figura 4) agrega una capa adicional de complejidad, destacando la diferenciación espacial entre las secciones del río y reforzando la singularidad de las condiciones en la zona

urbana. Esta observación se alinea con estudios anteriores que han subrayado la heterogeneidad ambiental en cuencas fluviales urbanas {18}. La integración de esta información con estudios históricos refuerza la conclusión de que la calidad del agua en la zona urbana del río Valles ha experimentado cambios sustanciales, lo que subraya la necesidad de estrategias de gestión más adaptables.

En resumen, este estudio no solo destaca la presencia preocupante de coliformes fecales en la zona urbana del río Valles, sino que también establece conexiones claras con investigaciones previas, enfatizando la evolución temporal de la calidad del agua en este entorno. La comparación con datos históricos y la relación con investigaciones de alto impacto resaltan la urgencia de intervenciones específicas en la zona urbana para contrarrestar la contaminación fecal y salvaguardar la salud integral del ecosistema acuático en el río Valles. La consideración de enfoques holísticos y adaptativos se vuelve esencial para abordar de manera efectiva los desafíos emergentes en entornos fluviales urbanos, reflejando las tendencias actuales en la investigación científica y la gestión ambiental.

## CONCLUSIONES

La investigación exhaustiva sobre la calidad del agua en el río Valles brinda una visión esclarecedora de la creciente contaminación en la zona urbana. La identificación de concentraciones significativas de coliformes fecales, especialmente en comparación con los estudios contemporáneos, destaca la preocupante evolución de la calidad del agua en este entorno fluvial. La clara asociación con la expansión urbana y la influencia antropogénica subraya la necesidad urgente de estrategias de gestión específicas para combatir la contaminación fecal y preservar la integridad del ecosistema acuático.

La conexión entre los resultados actuales y estudios de alto impacto en el ámbito

ambiental resalta la relevancia de este estudio en el contexto científico más amplio. La aplicación de herramientas estadísticas avanzadas, como el ANOVA, el correlograma y el PCA, enriquece la interpretación de los resultados y proporciona una comprensión más profunda de las complejas interacciones ambientales en juego.

En conclusión, este estudio destaca la urgencia de intervenciones específicas en la zona urbana del río Valles. La combinación de conexiones con investigaciones contemporáneas y la aplicación de herramientas analíticas avanzadas fortalece la base científica para abordar los desafíos actuales en la gestión de la calidad del agua en entornos fluviales urbanos. La adaptabilidad y la consideración de enfoques holísticos se perfilan como esenciales para abordar de manera efectiva la dinámica cambiante de los ecosistemas fluviales en el contexto actual de urbanización y presiones antropogénicas.

## REFERENCIAS

- {1} S. Giri, "Water quality prospective in Twenty First Century: Status of water quality in major river basins, contemporary strategies and impediments: A review". *Environmental Pollution*, 271, 116332. 2021.
- {2} A. C. Ruiz Fernández, C. Hillaire Marcel, F. Páez Osuna, B. Ghaleb, M. Soto Jiménez. "Historical trends of metal pollution recorded in the sediments of the Culiacan River Estuary, Northwestern Mexico". *Applied Geochemistry*, 18(4), 577-588. 2003.
- {3} S. R. Lutz, S. Mallucci, E. Diamantini, Majone, B. Bellin, R. Merz. "Hydroclimatic and water quality trends across three Mediterranean river basins". *Science of the Total Environment*, 571, 1392-1406. 2016.
- {4} G. F. Craun, J. M. Brunkard, J. S. Yoder, V. A. Roberts, J. Carpenter, T. Wade, S. L. Roy. "Causes of outbreaks associated with drinking water in the United States from 1971 to 2006". *Clinical Microbiology Reviews*, 23(3), 507-528. 2010.
- {5} H. M. Solo Gabriele, M. A. Wolfert, T. R. Desmarais, C. J. Palmer. "Sources of *Escherichia coli* in a coastal subtropical environment". *Applied and environmental microbiology*, 66(1), 230-237. 2000.
- {6} T. M. Santiago Rodriguez, G. A. Toranzos, J. A. Arce Nazario. "Assessing the microbial quality of a tropical watershed with an urbanization gradient using traditional and alternate fecal indicators". *Journal of water and health*, 14(5), 796-807. 2016.
- {7} M. Usman, M. C. E. Ndehedehe, H. Farah, R. Manzanos. "Impacts of climate change on the streamflow of a large river basin in the Australian tropics using optimally selected climate model outputs". *Journal of Cleaner Production*, 315, 128091. 2021.
- {8} W. Hsieh, H. Lee, K. Tew, C. Lin, K. Fan, P. Meng. "Estimating nutrient budgets in a coastal lagoon". *Chinese Science Bulletin*, 55(6), 484-492. 2010.
- {9} W. K. Dodds. "Eutrophication and trophic state in rivers and streams". *Limnology and oceanography*, 51(1part2), 671-680. 2006.
- {10} J. Ortiz Letechipia, J. González Trinidad, H. E. Júnez Ferreira, C. Bautista Capetillo, S. Dávila Hernández. "Evaluation of groundwater quality for human consumption and irrigation in relation to arsenic concentration in flow systems in a semi-arid mexican región". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 8045. 2021
- {11} S. Bhattarai, P. B. Parajuli. "Best Management Practices Affect Water Quality in Coastal Watersheds". *Sustainability*, 15(5), 4045. 2023.
- {12} M. Lliros, Ö. Inceoğlu, T. Garcia Armisen, A. Anzil, B. Leporcq, L. M. Pigneur, P. Servais. "Bacterial community composition in three freshwater reservoirs of different alkalinity and trophic status". *PloS one*, 9(12), e116145. 2014.
- {13} Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). NORMA MEXICANA NMX-AA-003-1980 Aguas residuales-Muestreo. Que establece los lineamientos generales y recomendaciones para muestrear las descargas de aguas

residuales, con el fin de determinar sus características físicas y químicas, debiéndose observar las modalidades indicadas en las normas de métodos de prueba correspondientes. México, D. F.: Autor. 1980.

{14} Secretaría de Economía Norma Mexicana NMXAA-115-SCFI-2015. Análisis de agua – Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos. Secretaría de Economía. Diario Oficial de la Federación. de octubre 16, 2015. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166150/nmx-aa-115-scfi-2015.pdf>.

{15} S. S. Kaushal, K. T. Belt. “The urban watershed continuum: evolving spatial and temporal dimensions”. *Urban Ecosystems*, 15, 409-435. 2012.

{16} H. V. Gupta, H. Kling, K. K. Yilmaz, G. F. Martinez. “Decomposition of the mean squared error and NSE performance criteria: Implications for improving hydrological modelling”. *Journal of hydrology*, 377(1-2), 80-91. 2009.

{17} L. Miguel Chinchilla, E. Heasley, S. Loiselle, I. Thornhill. “Local and landscape influences on turbidity in urban streams: a global approach using citizen scientists”. *Freshwater Science*, 38(2), 303-320. 2019.

{18} L. Johnson, C. Richards, G. Host, J. Arthur. “Landscape influences on water chemistry in Midwestern stream ecosystems”. *Freshwater biology*, 37(1), 193-208. 1997.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

*Congreso Virtual Internacional de Desarrollo Sustentable y Energías Alternativas 2023  
Red Internacional de Investigación e Innovación para el Desarrollo Sostenible (RIIDS)*



