

innovate

Boletín trimestral del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada



No. 3

2da época

Abril - Junio, 2021



ESTUDIANTES DE MIT
realizan estancia virtual
en el IPN

**TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES**
utilizando residuos
agroindustriales

**CONVERSIÓN
DE RESIDUOS
AGROINDUSTRIALES**
de la Caña de Azúcar



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA UNIDAD QUERÉTARO

El Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (IPN-CICATA Querétaro), se ubica en la Ciudad de Querétaro en el Estado de Querétaro, México. Perteneció al Instituto Politécnico Nacional, es un centro de investigación científico y tecnológico, concebido para servir de enlace entre la comunidad científica y los sectores productivos de bienes y servicios, para atenderlos y ofrecerles soluciones a sus problemas de desarrollo. Para el cumplimiento de este objetivo, IPN-CICATA Querétaro desarrolla programas de investigación científica y tecnológica con un enfoque interdisciplinario y, de igual forma, atiende la formación de recursos humanos de alto nivel contribuyendo decisivamente al fortalecimiento de la calidad y la competitividad nacional e internacional del aparato productivo en México.

En relación al trabajo de investigación el IPN-CICATA Querétaro ha realizado una gran cantidad de proyectos vinculados con apoyo económico del IPN, CONACYT y la Industria por lo que se han generado patentes, modelos de utilidad, prototipos y diversos desarrollos en sus 5 diferentes líneas de investigación: Análisis de imágenes, Biotecnología, Mecatrónica, Energías alternativas y Procesamiento de materiales y manufactura, las cuales están ligadas con la actividad económica de la región y del país.

Actualmente, en el IPN-CICATA Querétaro, se desarrollan los programas de Maestría y Doctorado, se han mantenido en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT, desde su ingreso en el 2007, en la actualidad su status es de Consolidado. Así también, se cuenta con la Especialidad y además con los tres programas en su modalidad con la industria.

Del año 2003 que se tuvo a los dos primeros graduados en el Posgrado en Tecnología Avanzada al mes de junio de 2021, se han graduado 321 alumnos, los cuales son: 82 de doctorado, 228 de maestría y 11 de especialidad. La matrícula en el semestre A21 fue de 100 alumnos.

DIRECTORIO

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Arturo Reyes Sandoval
Director General

Juan Manuel Cantú Vázquez
Secretaria General

Heberto Antonio M. Balmori Ramírez
Secretario de Investigación y Posgrado

Ricardo Monterrubio López
Secretaria de Innovación e Integración Social

IPN-CICATA QUERÉTARO

Juan Bautista Hurtado Ramos
Director del IPN-CICATA Querétaro

Juan José Rodríguez Peña
Subdirector de Innovación Tecnológica

INNOVATE

Edith Muñoz Olin
Marisol Avarado Alvarado
Adela Eugenia Rodríguez Salazar
Editoras

Alma Lucero Flores Ramírez
Diseño editorial y fotografía

Innovate, Año 2021, No. 3 2da época, abril-junio 2021, es una publicación trimestral editada por el IPN-CICATA Querétaro. Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatarío, Querétaro, Qro, México, C.P. 76090. Teléfono: 442 2290804, extensión 81002, Editoras responsables: Edith Muñoz Olin, Marisol Alvarado Alvarado y Adela Eugenia Rodríguez Salazar.

Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de su autor, por lo que no reflejan necesariamente el punto de vista del IPN-CICATA Querétaro.

@cicataqro.ipn 

@cicataqro 

@cicataqro 

Cicata Querétaro 

EDITORIAL

A casi un año y medio del inicio de la pandemia por la COVID-19 el IPN-CICATA Querétaro sigue adelante. Al igual que todas las unidades académicas del IPN, nuestro centro ha encontrado la forma de enfrentar el reto de formar investigadores bajo condiciones desafiantes. Rápidamente nuestros profesores se adaptaron a la atención de sus cursos utilizando las plataformas de internet disponibles que, dicho sea de paso, evolucionaron a un ritmo sorprendente. Frases como “compartir pantalla”, “levantar la manita”, “lo subí al chat”, “tienes apagado tu micrófono” son ya de uso muy generalizado y reconocido, estudiantes y profesores se encuentran en el ciberespacio con la mayor naturalidad para llevar adelante proyectos y cursos, nuestro entorno se mudó en gran medida al mundo virtual.

Caso especial están resultando los proyectos de investigación que requieren del uso de laboratorios o el trabajo de campo, en estas situaciones hemos logrado coordinarnos de tal manera que ningún estudiante o profesor ha resultado contagiado durante su ejecución. El riesgo al que estamos expuestos se ha reducido gracias a que todos los empleados docentes y PAAE han recibido la vacuna contra la covid-19, ya sea por ser parte de la comunidad educativa, a la que se le aplicó la vacuna de una sola dosis, o por estar en el rango de edades en las que ya se aplicó la vacuna en México. Muy pronto nuestros estudiantes, también por su rango de edad, recibirán todos esta tan necesaria protección.

Nuestra situación sigue siendo difícil, es complicado pronosticar qué va a suceder enseguida, pero siguiendo este camino, pronto podremos regresar a trabajar de manera presencial.

Algunas cosas que debemos valorar, son el aprendizaje que hemos obtenido en relación al trabajo a distancia y el manejo de documentación digital, creo que son dos actividades que debemos de conservar para siempre, ya que han probado ser valiosas, el manejo de documentación digital porque simplifica mucho nuestro trabajo y, además es amigable con el medio ambiente, debemos seguir en ese camino. El trabajo a distancia ha probado ser también una herramienta muy potente, nos acerca a colaboradores que están a kilómetros de distancia y nos permite incrementar en gran medida el número de contactos que podemos tener en un corto periodo de tiempo.

Desde el IPN-CICATA Querétaro, les envío un caluroso saludo y espero que disfruten este nuevo número de nuestra revista.



INDICE

1	ESTUDIANTES DE MIT realizan estancia virtual en el IPN	6
2	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES utilizando residuos agroindustriales	8
3	CONVERSIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES de la caña de azúcar (<i>Saharum Officinarum</i>) en co-productos para consumo humano	12
4	Métodos populares para obtener PALOMITAS DE SORGO	14
5	EGRESADOS, abril - junio 2021	18
6	SEMINARIOS departamentales	20

La revista INNOVATE es un esfuerzo de la comunidad del IPN-CICATA Querétaro para dar a conocer las actividades académicas, los eventos relevantes y algunas opiniones que se gestan al interior de nuestro Centro. Es una revista de divulgación, en la que tratamos de transmitir al gran público lo que sucede al interior de una institución dedicada a la investigación, a la formación de investigadores y a acercar el producto de su trabajo a la sociedad, así como nuestra opinión respecto de las cosas que suceden en nuestro entorno, de los avances científico-tecnológicos donde quiera que se produzcan estos y de los fenómenos naturales que nos afectan y resultan de interés para nuestros conciudadanos.

Este tercer número de la segunda época de la revista es publicado en un momento difícil para nuestra comunidad y nuestro país. Le agradecemos a nuestros investigadores de la comunidad del IPN, alumnos y a las investigadoras de la Universidad Autónoma de Querétaro, por su generosidad para enriquecerla. Tenemos el propósito de ofrecer en cada número temas de interés, mejorar su presentación y aumentar su alcance, con la idea de que, en el futuro cercano, sea un medio reconocido de difusión de la ciencia.



ESTUDIANTES DE MIT

REALIZAN ESTANCIA VIRTUAL EN EL IPN

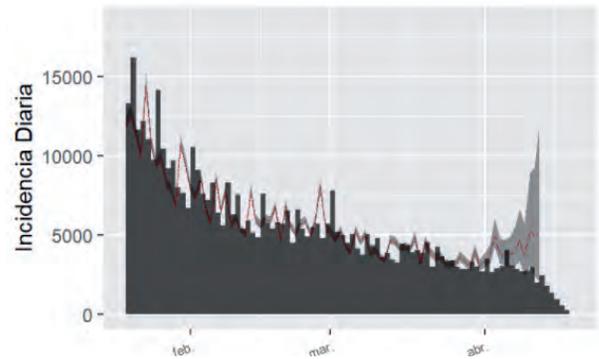
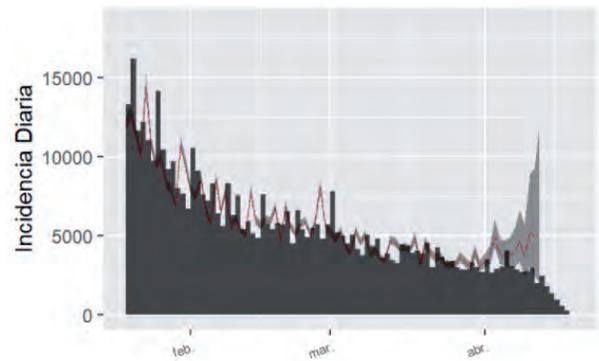
Joaquín Salas Rodríguez
Profesor investigador del IPN-CICATA Querétaro

Desde el 2012, el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro del Instituto Politécnico Nacional (IPN-CICATA Querétaro), ha estado recibiendo estudiantes del Massachusetts Institute of Technology (MIT) para hacer estancias de investigación durante el verano; excepto durante el 2020, debido a la pandemia de la COVID-19. Ante esta nueva circunstancia, y en colaboración con el MIT, se implementó el programa de estancias virtuales como una nueva modalidad de intercambio académico. De esta forma, los estudiantes del MIT pueden participar con los investigadores del IPN-CICATA Querétaro en proyectos dirigidos a la resolución de problemas, teniendo además la experiencia de conocer la cultura, la lengua y otras circunstancias locales, enriqueciendo su formación académica. Además, como parte de la colaboración con el MIT está contemplada la realización de estancias de investigación, en dicho instituto, de alumnos del IPN en el futuro cercano.

En esta nueva modalidad, dos estudiantes del MIT, Cerine Hamida y Naomi Kirimi realizaron una estancia académica en el IPN-CICATA Querétaro, durante el periodo comprendido del 4 al 31 de enero del 2021. Durante su estancia, Cerine colaboró en un proyecto cuyo objetivo es detectar y dar un seguimiento temporal a la vulnerabilidad económica en México; a través de establecer la relación entre imágenes adquiridas utilizando la herramienta virtual Google StreetView e información recabada en sitio mediante entrevistas.



Naomi por su parte, colaboró en un proyecto para determinar el número efectivo de reproducción de COVID-19 utilizando redes neuronales recurrentes. En su aproximación, Naomi trabajó con datos públicos, de la Secretaría de Salud, construyendo secuencias de actualizaciones de los informes diarios de confirmados positivos. Algunas de estas secuencias fueron utilizadas para entrenar los modelos y otras para probar su desempeño. La participación de Naomi, dentro del proyecto, ayudó a comparar la efectividad de esta aproximación con un modelo de nowcasting desarrollado en el IPN-CICATA Querétaro.



Durante su estancia, ambas estudiantes se integraron a la vida académica del IPN-CICATA Querétaro, participando en reuniones relacionadas con sus proyectos, realizando presentaciones en los seminarios departamentales, interactuando con los estudiantes y profesores del centro y con los colaboradores de otras instituciones.

Ciertamente, las circunstancias originadas por el confinamiento nos han forzado a todos a cambiar la manera de operar. De manera que, dentro de las restricciones propias que la pandemia ha generado, el IPN busca adaptarse y refuerza así su voluntad de seguir estableciendo lazos de colaboración y participación en proyectos de relevancia y al más alto nivel académico.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UTILIZANDO RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Angeles I. Licón-Aguilar^a, Aidé M. Torres-Huerta^b, Jorge A. Lois-Correa (t)^a
^a IPN - CICATA Unidad Altamira / ^b IPN - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, Campus Hidalgo





Figura 1. Residuos Agroindustriales (fibras y cáscaras frutales).

En México, los residuos originados por actividades agrícolas, industriales o por las actividades humanas, no tienen un adecuado manejo debido a que los residuos son mixtos (diferentes materiales presentes), dificultando su tratamiento para almacenamiento o recirculación en el proceso. La investigación en el aprovechamiento de los residuos agroindustriales, para solucionar problemas ambientales originados por la generación y mala disposición de éstos, junto con el tratamiento de aguas contaminadas generadas dentro del proceso industrial, son los objetivos por profundizar para el mejoramiento en el área ambiental. El agua puede contener contaminantes orgánicos, sólidos suspendidos, ácidos o alcalinos; algunos contaminantes, como los metales pesados (Arsénico, Cadmio, Cobre, Plomo y Zinc) causan un fuerte impacto en el medio ambiente ya que, generalmente, no se eliminan por procesos naturales debido a que no son biodegradables, son de alta toxicidad y muestran un comportamiento bioacumulativo, afectando gravemente la salud del ser vivo que consumen agua con presencia de estos metales. Entre los diversos métodos para la eliminación o reducción de estos contaminantes, la bioadsorción, es una alternativa basada en utilizar residuos orgánicos como estructuras a cuya superficie se adhieren los contaminantes a través de fuerzas de atracción o por formación de enlaces, permitiendo la remoción de éstos, además de añadir valor agregado a los residuos agroindustriales. Gracias a la composición química y física, diferentes biomásas que se definen como materia orgánica (biodegradable) como cáscaras frutales, semillas, tallos y materiales fibrosos, (Figura 1) [1], entre otros, se han estudiado para diversas aplicaciones, como la producción de biocombustibles, materiales de construcción, generación de electricidad [2], fabricación de alimento para animales [3] y complementos alimenticios para consumo humano [4], así como materiales para la eliminación y/o reducción de contaminantes (adsorbentes).

Los principales componentes de los residuos agroindustriales son la celulosa, hemicelulosa y lignina, se extraen por medio de tratamientos alcalinos, ácidos, térmicos, microondas, etc., para ser utilizados en la generación de nuevos productos. Algunos materiales de carbono (Figura 2) se fabrican a partir de residuos de materia seca vegetal (lignocelulósicos) para producir materiales adsorbentes como recursos eficientes y sostenibles con aplicaciones ambientales versátiles, debido a su estructura de capas gráficas y poco ordenadas como el caso de los carbonos activados (CA), se generan espacios que originan la variedad de poros en su superficie; por otro lado, las espumas de carbono (EC) son materiales con características de variedad

de tamaño de poro, estructura porosa y alta área superficial [5]. En consecuencia, estos materiales tienen la capacidad de adsorber en su superficie gran variedad de contaminantes que pueden afectar la calidad del agua, usando procesos físicos o químicos, reteniendo o acumulando el adsorbato en la superficie. En el tratamiento de aguas contaminadas, el uso de filtros de CA es muy eficiente debido principalmente a las propiedades físico-químicas del material de carbono (alta porosidad-área superficial y variedad de grupos químicos). Los CA y EC pueden retener iones de metales pesados por selectividad, debido principalmente a los grupos químicos presentes en la superficie, convirtiéndolos en sitios de adsorción, mediante mecanismo de atracción electrostática, formación de complejos y precipitación [6]. En diversos trabajos se ha demostrado la capacidad de los CA y EC en el tratamiento de diferentes efluentes con contenido de metales pesados como arsénico, plomo, cromo y cadmio, usando una adsorción controlada por difusión de estos contaminantes mediante los poros en su superficie externa, con un mínimo remanente después de ser tratados, quedando dentro de los límites permisibles que indica la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 [7],[8],[9]. Los materiales de carbono pueden ser aplicados en varios ciclos de adsorción hasta presentar la saturación de los poros en la superficie del material; sin embargo, existe la posibilidad de regeneración, el proceso consiste en extraer los contaminantes adsorbidos mediante diferentes técnicas como, electroquímica, térmica, biológica. Su elección depende principalmente de los contaminantes a extraer y de los cambios físicos que pueden provocar al material.

La regeneración electroquímica y química es una de las más aplicadas debido a sus ventajas tales como no modificar la porosidad y propiedades del material, se logra una eficiencia de regeneración del 85 -90 %; además, de consumos bajos de energía comparados a la regeneración térmica, ésta puede provocar importantes cambios químicos y físicos que afecte la capacidad de adsorción [10]. Es por ello la importancia de continuar realizando investigación para el uso efectivo de residuos agroindustriales, transformándolos en materia prima para la fabricación de materiales adsorbentes que puedan ser utilizados para recuperar la calidad del agua, eliminando los compuestos peligrosos que son perjudiciales para la salud y el medio ambiente.

REFERENCIAS

- [1] H. Singh, G. Chauhan, A. K. Jain, and S. K. Sharma, "Adsorptive potential of agricultural wastes for removal of dyes from aqueous solutions," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 122–135, 2017.
- [2] Alokika, Anu, A. Kumar, V. Kumar, and B. Singh, "Cellulosic and hemicellulosic fractions of sugarcane bagasse: Potential, challenges and future perspective," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 169, pp. 564–582, 2021.
- [3] R. Lunsin, S. Duanyai, R. Pilajun, S. Duanyai, and P. Sombatsri, "Effect of urea- and molasses-treated sugarcane bagasse on nutrient composition and in vitro rumen fermentation in dairy cows," *Agric. Nat. Resour.*, vol. 52, no. 6, pp. 622–627, 2018.
- [4] D. I. L. Gil-López et al., "Production of dietary fibers from sugarcane bagasse and sugarcane tops using microwave-assisted alkaline treatments," *Ind. Crops Prod.*, vol. 135, no. February, pp. 159–169, 2019.
- [5] Y. Chen, Y. Xie, X. Yan, M. L. Cohen, and S. Zhang, "Topological carbon materials: A new perspective," *Phys. Rep.*, vol. 868, pp. 1–32, 2020.
- [6] T. Pennanen, V. Srivastava, M. Sillanpää, and T. Sainio, "Compost: Potent biosorbent for the removal of heavy metals from industrial and landfill stormwater," *J. Clean. Prod.*, vol. 273, 2020.
- [7] C. Moreno-Bonett, R. Zugazagoitia-Herranz, C. Sánchez-Martínez, R. Córdoba-Moreno, and V. Melo-Ruiz, "Determination of heavy metals in a xochimilco water canal (Mexico City) as a social service project," *Educ. Quim.*, vol. 23, no. 3, pp. 375–382, 2012.
- [8] M. P. Jonathan et al., "Metal concentrations in water and sediments from tourist beaches of Acapulco, Mexico," *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 62, no. 4, pp. 845–850, 2011.
- [9] K. A. Novoa-Luna, A. Mendoza-Zepeda, R. Natividad, R. Romero, M. Galar-Martínez, and L. M. Gómez-Oliván, "Biological hazard evaluation of a pharmaceutical effluent before and after a photo-Fenton treatment," Elsevier B.V., 2016.
- [10] D. P. Siriwardena et al., "Regeneration of per- and polyfluoroalkyl substance-laden granular activated carbon using a solvent based technology," *J. Environ. Manage.*, vol. 289, no. April, p. 112439, 2021.



Figura 2. Carbonos activados y espumas de carbono de residuos agroindustriales.



CONVERSIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

DE LA CAÑA DE AZÚCAR (SAHARUM OFFICINARUM) EN CO-PRODUCTOS PARA CONSUMO HUMANO

D.I. Llanes Gil-Lopez^{a,b}, J.A. Lois-Correa^a, M.E. Sánchez Pardo^c

^aInstituto Politécnico Nacional, CICATA-Altamira

^bInstituto Tecnológico de Altamira, TecNM.

^cInstituto Politécnico Nacional, ENCB

En la actualidad, el ritmo acelerado de vida y la creciente población mundial son factores que han ocasionado una generación de residuos mucho más elevada que en épocas anteriores, de aquellos, el volumen de los residuos agroindustriales es parte importante.

En México, se generan más de 75 millones de toneladas de materia seca, provenientes de cultivos forrajeros y de producción de material vegetal (Maíz, trigo, café, caña de azúcar, etc), de los cuales escasamente el 10% son aprovechados para ser reutilizados como alimento animal o alguna otra aplicación.

Entre los principales residuos de la industria azucarera se encuentran: los residuos de cosecha en campo, cachaza, cenizas, bagazo, entre otros. Dentro de los residuos de cosecha en campo, es importante mencionar al cogollo (puntas de caña), el cual esta integrado por las hojas tiernas y tallos verdes ubicados en la punta de la caña, mismos que por una práctica arcaica en México son quemados previo a su cosecha, generando mas de 100 mil toneladas de CO₂ (Figura 1).

La caña de azúcar y sus subproductos

La agroindustria de la caña de azúcar genera los siguientes nueve subproductos: cogollo (Figura 2), miel final, bagazo, cachaza, gases de chimenea, melaza, cenizas, electricidad, y CO₂; los cuales sirven de materia prima para producir toda una gama de co-productos de interés comercial, algunos de ellos de alto valor agregado, tales como biodiesel, furfural, proteínas, enzimas, alimento animal y humano.

Desafortunadamente, en México el aprovechamiento



Figura 1 Quema de caña de azúcar, previo a la cosecha.

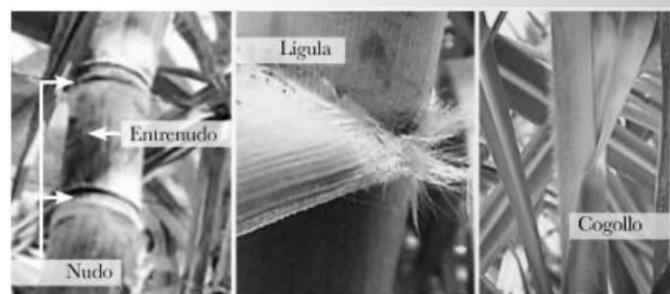


Figura 2 Partes de la caña de azúcar.



de los subproductos de la caña de azúcar, por parte de los pequeños y medianos productores, ha sido ineficiente, utilizándolos principalmente para la alimentación animal.

Inclusión de las fibras de caña de azúcar en alimento de consumo humano

En el IPN-CICATA Altamira, el grupo de investigación de aprovechamiento de residuos agroindustriales, dirigido por el Dr. Jorge Aurelio Lois Correa (+), ha desarrollado diversos coproductos, como paneles de aglomerados para construcción, alimento para animales rumiantes, carbón activado, y alimento para consumo humano, todos a base del aprovechamiento de residuos de la caña de azúcar.

Entre los alimentos de consumo humano desarrollados por dicho grupo se encuentra el pan fermentado (tipo chapata), así como pastas tipo tallarín.

El pan tipo chapata, contiene harina de trigo y bagazo de caña de azúcar, por lo que es rico en fibra dietaria y antioxidantes, entre los que destacan el Policosanol; del cual se ha demostrado que tiene efecto positivo en la reducción de colesterol en sangre. Este pan fue probado, para evaluación sensorial, por al menos 100 personas, obteniendo resultados favorables de todas ellas. Además, su sabor permite que pueda combinarse con alimentos dulces o salados.

La pasta, tipo tallarín, contiene sémola de trigo y cogollo de caña de azúcar. Para fines del proyecto, la pasta se cortó en forma de tallarines; sin embargo, con la harina se puede elaborar cualquier tipo de pasta, como canelones, raviolos, espagueti, fideos, pastas cortas tipo coditos, entre otras (Figura 3).

En relación a dichos desarrollos tecnológicos, el grupo de investigadores antes mencionado, cuenta con 2 solicitudes de patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI), y tales investigaciones han sido publicadas en revistas internacionales, así como en congresos nacionales e internacionales.

El desarrollo de estas tecnologías, a través del aprovechamiento de residuos agroindustriales, no solo



Figura 3. Co-productos para consumo humano elaborados con residuos de la caña de azúcar.

contribuye a la sociedad con la disminución de los efectos de la contaminación ambiental generada por la quema de caña de azúcar en México a un bajo costo; sino también, de manera potencial, a la industria alimentaria con la implementación de harinas de bajo costo y con valor nutricional, derivadas de la caña de azúcar, favoreciendo a la resolución de problemas de alimentación a los sectores de la población en situación de marginalidad y desnutrición.

REFERENCIAS

- * Libro: Tecnología y desarrollo sustentable: avances en el aprovechamiento de recursos agroindustriales (capítulo) ISBN: 978-607-8513-40-6 (2017). Factores presionantes sobre la sostenibilidad en la agroindustria de azúcar de caña en México.
- * Production of dietary fibers from sugarcane bagasse and sugarcane tops using microwave-assisted alkaline treatments, Industrial Crops and Products, Volume 135, 2019, Pages 159-169, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.042>. (2019).
- * Data supporting the production of dietary fibers from sugarcane bagasse and sugarcane tops using microwave - assisted alkaline treatments, Data in Brief, Volume 24, 2019, 104026, ISSN 2352-3409, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104026>. (2019)

MÉTODOS POPULARES PARA OBTENER PALOMITAS DE SORGO

Vázquez-Sosa, G. G.¹, Cabrera-Ramírez A.H.²,
Gaytán-Martínez M. ³, Morales-Sánchez E2*.

¹ Posgrado en Ingeniería de Calidad
y Productividad UAQ.

² IPN, CICATA-IPN Unidad Querétaro.

³ Posgrado en Ciencia y Tecnología
de los Alimentos, UAQ.

*Autor de correspondencia:
emoraless@ipn.mx

El ritmo y las condiciones de vida actual demandan comida de fácil elaboración y/o lista para su consumo, como las botanas o “snacks”; por lo que, éstos se han convertido en uno de los productos más importantes para la industria alimentaria. A pesar de que múltiples alimentos pueden ser utilizados como snack, el más popular en el mundo son las palomitas de maíz. Lo anterior derivado de las ventajas que ofrece respecto a otros productos, como proceso fácil y rápido, alto contenido en fibra, antioxidantes, hierro, magnesio, bajo contenido de calorías, así como una mejora en la calidad proteica (Paraginski et al., 2016).

Debido a los cambios de estilo de vida entre los consumidores, la industria de las botanas requiere estar en constante innovación. Por lo cual, las técnicas para la elaboración de botanas son muy diversas y cambiantes. En ese sentido, el explotado conocido como “popping” ha sido una técnica que permite crear snacks a partir de diversos granos. En este proceso, el

grano se somete a altas temperaturas (180-210 °C) durante corto tiempo (60-120s), en el cual ocurre la gelatinización parcial y expansión del endospermo (tejido interno del grano), provocando la ruptura del pericarpio (cubierta o capa externa) (Cabrera-Ramírez et al., 2020).

El proceso de explotado ha sido utilizado para obtener la transformación de diferentes cereales, como el maíz (Vázquez-Carrillo et al., 2019), arroz (Devi & Das, 2017), amaranto (Khan & Dutta, 2018) y sorgo (Castro-Campos et al., 2021). Dando como resultado productos mundialmente populares, donde las palomitas de maíz son las más reconocidas en su ramo y se han considerado como una botana saludable recomendada en la dieta. Otro producto que presenta estas características es el sorgo, recibiendo menor atención. Sin embargo, los explotados o palomitas de sorgo son tan nutritivos como las de maíz y se han consumido ampliamente en la India, algunas aldeas Chinas, y parte del sureste asiático (Mishra et al., 2015).

Cabe destacar que el sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es el quinto cereal más producido en el mundo, el cual se ha convertido en un cultivo importante gracias a su contribución a la seguridad alimentaria, su alto nivel nutricional y los beneficios que aporta a la salud. En ese sentido, es una fuente de proteínas, fibra, calcio, minerales, carbohidratos complejos y grasas (Dayakar Rao, 2018). Así mismo, presenta características agronómicas como uso eficiente del agua, resistencia a la sequía y bajo requerimiento de fertilización del suelo. Esto permite que el

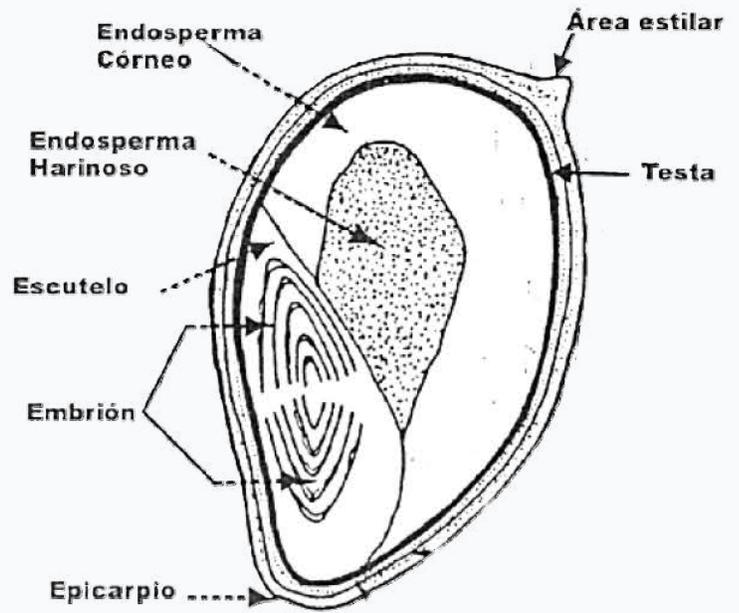


Figura 1.
Estructura del grano de sorgo.

sorgo sea uno de los cereales más accesibles y rentables en su ramo (Aruna et al., 2020; Chávez et al., 2018; Sharanagat et al., 2019).

Actualmente, los métodos de explotado más comúnmente usados en la industria alimentaria son aire caliente y horno de microondas (Aruna et al., 2020; Cabrera-Ramírez et al., 2020). Cada una de las formas de explotado genera características diferentes en el producto, por lo que es importante conocer el fundamento de las técnicas.

Explotado mediante aire caliente: en este proceso, el contenido de humedad al interior del grano se vaporiza. Este vapor migra desde el interior del grano y escapa mediante la matriz proteica y los espacios intercelulares para llegar a las microfracturas del grano (García-pinilla et al., 2019). Las variables de interés en este proceso son la humedad del grano, temperatura del aire, y tiempo de procesamiento (Cabrera-Ramírez et al., 2020; Castro-Campos et al., 2021).

Microondas: en este método, la energía radiada genera evaporación de la humedad interna por fricción molecular. En consecuencia, la humedad dentro del endospermo vítreo se evapora generando la expansión del grano. Los factores esenciales para determinar la forma, volumen de expansión y densidad de los granos explotados mediante microondas son la potencia (W/g), el tiempo (s), y el contenido de humedad de los granos (%) (Mishra et al., 2015). El explotado en microondas presenta ventajas sobre otras técnicas como un calentamiento rápido, mínimo requerimiento de espacio, fácil instalación y mani-

pulaión (Devi & Das, 2017).

Tierra caliente: consiste en el explotado del cereal en arena precalentada (200–300°C) en un horno, sartén o en tostador eléctrico. Una vez que la arena alcanza los 250°C, los granos son agregados y se retiran una vez terminado el proceso de explotado. Así, la humedad interna de los granos se vaporiza expandiendo el endospermo (Mishra et al., 2014). El éxito de este método y la calidad del producto dependerá del artefacto usado para calentar la arena, la temperatura, la humedad del grano (10-13 %) y el tiempo (5-6 min) (Jogihalli et al., 2017). Estudios afirman que cuándo la temperatura de la arena alcanza los 350°C podría quemar los granos, por lo que se requiere agregar poca cantidad de granos y mantenerlos agitados para controlar el explotado y la calidad del mismo (Kora, 2019; Sharanagat et al., 2018).

Sartén con aceite: Este método es uno de los más usados para el explotado de granos. Los granos se

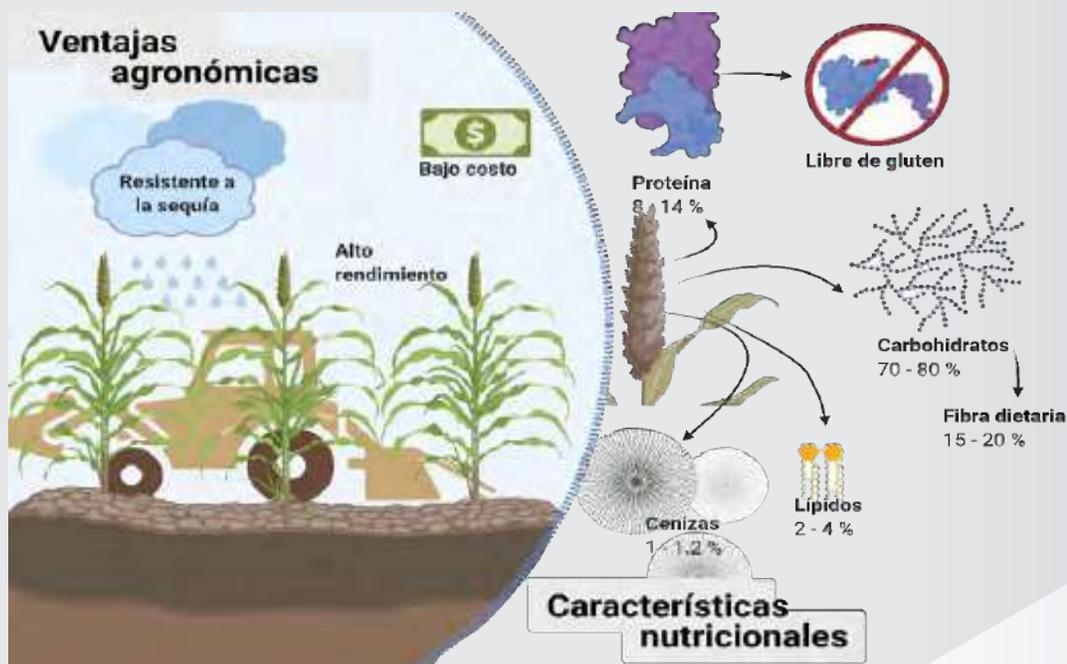


Figura 2. Características agronómicas y nutricionales del sorgo. Fuente: Elaboración propia

colocan en una sartén convencional de cocina, la cual debe estar cerrada. Los granos se deben condicionar a un contenido de humedad del 10-15 % antes del explotado. Posteriormente, se debe añadir un porcentaje de aceite comestible (4 al 8%) y se calienta a 230°C durante algunos segundos antes de la incorporación del grano. Las principales variables de este método son la humedad, temperatura y tiempo (Paraginski et al., 2016; Rooney & Rooney, 2013).

Como hemos visto, el explotado de granos es una técnica popular para la obtención de botanas o snacks de diferentes variedades de granos, obteniendo snacks saludables y sensorialmente aceptados por los consumidores. El sorgo es un cereal ampliamente conocido en el mundo, el cual ha demostrado tener impactos benéficos en la salud de sus consumidores siendo una fuente de proteínas, fibra, calcio, minerales, carbohidratos complejos y grasas; además de las ventajas agronómicas manifestadas en su cultivo.

A pesar de que se ha demostrado la similitud nutricional del sorgo con respecto al maíz, las palomitas de sorgo siguen siendo un snack poco conocido en el mercado. Existen diferentes métodos para su obtención, donde cada uno de ellos aporta características únicas al producto. A pesar de que el explotado por medio de aire caliente y microondas son las técnicas más utilizadas en la industria alimenticia por sus características de proceso continuo o semi-continuo, también es importante el estudio de los métodos tradicionales que permiten obtener los explotados, pero con un enfoque diferente generando nuevos productos. Por último, los explotados de semillas son alimentos mínimamente procesados por lo que existe un mercado creciente de consumidores interesados en consumir alimentos que conserven su calidad nutrimental.

4. REFERENCIAS

- Aruna, C., Suguna, M., Visarada, K. B. R. S., Deepika, C., Ratnavathi, C. V., & Tonapi, V. A. (2020). Identification of sorghum genotypes suitable for specific end uses: Semolina recovery and popping. *Journal of Cereal Science*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102955>
- Cabrera-Ramírez, Á. H. (2015). Efecto de la cocción térmico alcalina sobre los factores antinutricios y nutricios presentes en dos variedades de Sorgo (*Sorghum Bicolor* L. Moench). https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21293/Te-sis_Angel-Humberto-Cabrera-Ramirez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cabrera-Ramírez, A. H., Castro-Campos, F. G., Gaytán-Martínez, M., & Morales-Sánchez, E. (2020). Relationship between the corneous and floury endosperm content and the popped sorghum quality. *Journal of Cereal Science*, 95(March), 102999. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102999>
- Castro-Campos, F. G., Cabrera-Ramírez, A. H., Morales-Sánchez, E., Rodríguez-García, M. E., Villamiel, M., Ramos-López, M., & Gaytán-Martínez, M. (2021). Impact of the popping process on the



Figura 3.
Métodos para obtener palomitas de sorgo
Fuente: Elaboración propia

structural and thermal properties of sorghum grains (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Food Chemistry*, 348, 129092. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129092>

Cervantes-Ramírez, J. E., Cabrera-Ramírez, A. H., Morales-Sánchez, E., Rodríguez-García, M. E., Reyes-Vega, M. de la L., Ramírez-Jiménez, A. K., Contreras-Jiménez, B. L., & Gaytán-Martínez, M. (2020). Amylose-lipid complex formation from extruded maize starch mixed with fatty acids. *Carbohydrate Polymers*, 246(April). <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116555>

Chávez, D., Ascheri, J., Martins, A., Carvalho, C., Bernardo, C., Teles, A., & Teles, A. (2018). Sorghum, an alternative cereal for gluten-free product. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(2), 169–177. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182018000300169>

Dayakar Rao, B. (2018). Sorghum value chain for food and fodder security. In *Breeding Sorghum for Diverse End Uses*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101879-8.00023-1>

Devi, M. K., & Das, S. K. (2017). Kinetics of color changes of popped rice during microwave popping: Effect of salt and moisture content. *Journal of Food Process Engineering*, 40(6), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12560>

Domanski, C., Giorda, L. M., & Feresin, O. (1997). Composición Y Calidad Del Grano De Sorgo. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 7, 47–50. www.produccion-animal.com.ar

García-pinilla, S., Gutiérrez-López, G. F., Hernández-Sánchez, H., Cáez-ramírez, G., García-Armenta, E., & Alamilla-Beltrán, L. (2019). Quality parameters and morphometric characterization of hot-air popcorn as related to moisture content. *Drying Technology*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1695626>

Joghalli, P., Singh, L., Kumar, K., & Sharanagat, V. S. (2017). Novel continuous roasting of chickpea (*Cicer arietinum*): Study on physico-functional, antioxidant and roasting characteristics. *LWT - Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.029>

Khan, R., & Dutta, A. (2018). Effect of popping on physico-chemical and nutritional parameters of amaranth grain. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3), 954–958.

Kora, A. J. (2019). Applications of sand roasting and baking in the preparation of traditional Indian snacks: nutritional and antioxidant status. *Bulletin of the National Research Centre*, 2.

Mishra, G., Joshi, D. C., Mohapatra, D., Babu, V. B., & Bhushan Babu, V. (2015). Varietal influence on the microwave popping characteristics

of sorghum.

Journal of Cereal Science, 65, 19–24. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.06.001>

Mishra, G., Joshi, D. C., Panda, B. K., & Kumar Panda, B. (2014). Popping and Puffing of Cereal Grains: A Review. *Journal of Grain Processing and Storage*, 1(2), 34–46.

Paraginski, R. T., de Souza, N. L., Alves, G. H., Ziegler, V., de Oliveira, M., & Elias, M. C. (2016). Sensory and nutritional evaluation of popcorn kernels with yellow, white and red pericarps expanded in different ways. *Journal of Cereal Science*, 69, 383–391. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.013>

Rooney, T. E., & Rooney, W. L. (2013). Genotype and Environment Effects on the Popping Characteristics of Grain Sorghum. *Journal of Crop Improvement*, 27(4), 460–468. <https://doi.org/10.1080/15427528.2013.794181>

Sharanagat, V. S., Singh, L., & Kumar, K. (2018). Effect of Roasting Method on Physico-Mechanical and Roasting Characteristics of Chickpea (*Cicer arietinum*). April.

Sharanagat, V. S., Suhag, R., Anand, P., Deswal, G., Kumar, R., Chaudhary, A., Singh, L., Singh Kushwah, O., Mani, S., Kumar, Y., Nema, P. K., Singh, O., Mani, S., Kumar, Y., & Nema, P. K. (2019). Physico-functional, thermo-pasting and antioxidant properties of microwave roasted sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Journal of Cereal Science*, 85(2019), 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.11.013>

Vázquez-Carrillo, M. G., Santiago-Ramos, D., & Figueroa-Cárdenas, J. de D. (2019). Kernel properties and popping potential of Chapalote, a Mexican ancient native maize. *Journal of Cereal Science*, 86(March), 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.01.010>

EGRESADOS

ABRIL - JUNIO 2021





MAESTRIA

22/04/2021



ALEXA IVANNA GONZÁLEZ OROZCO

“Disminución del contenido de taninos en un subproducto de mango (*Mangifera indica* L.) aplicando extrusión”

Directores: Dr. Eduardo Morales Sánchez y Dra. Marcela Gaytán Martínez

DOCTORADO

21/06/2021



JULIO CÉSAR RUBIO RODRÍGUEZ

“Efecto del consumo de bebidas funcionales preparadas a base de extractos herbales para el control de la obesidad en ratas alimentadas con una dieta hipercalórica”

Directores: Dr. Luis Miguel Salgado Rodríguez y Dra. Rosalía Reynoso Camacho



SEMINARIOS DEPARTAMENTALES

La diversidad de líneas de investigación que se desarrollan en IPN-CICATA Querétaro implica, y también complica, la coexistencia de investigadores con formación e intereses en diferentes áreas de las ciencias. A priori, podríamos pensar que esta amalgama de conocimiento podría ser más un escaparate de buenas intenciones que un crisol donde se pueden fundir exitosamente conocimientos básicos para moldear proyectos con una utilidad práctica, valiosa e interesante. A pesar de que la cooperación e interacción entre investigadores provenientes de áreas muy teóricas como podrían ser la física o las matemáticas con las más experimentales como la biología es muy antigua, e incluso las divisiones tradicionales de las Ciencias se han ido perdiendo, el conjuntar grupos de investigación multidisciplinarios no es una tarea fácil. Como tampoco lo es encontrar temas o proyectos de investigación que sean de interés general y puedan servir como aglutinantes, si no de todos, de una buena proporción de los investigadores adscritos al Centro.

Para facilitar la operación y la integración de los investigadores, en nuestro Centro trabajamos agrupados en cinco "Líneas o Áreas de Investigación". Estas son: Análisis de Imágenes, Biotecnología, Energías Alternativas, Mecatrónica, Procesamiento de Materiales y Manufactura. Aún con esta fragmentación, la diversidad dentro de las líneas es evidente, así como la congruencia de temas e intereses. En este contexto el organizar seminarios institucionales es complicado por la dificultad de encontrar ponentes que pudiesen cubrir, si no todos, la mayor parte de los intereses. Por lo cuál, este semestre decidí asignar las fechas de forma equitativa a las diferentes líneas de investigación. En los días asignados a cada una de ellas tuvimos la oportunidad de atender seminarios impartidos por algún invitado, y excepcionalmente, por algún profesor que pertenece a la línea correspondiente. Espero que esta distribución haya contribuido a fomentar el interés y asistencia a los seminarios institucionales. Además, espero haber contribuido a generar curiosidad por explorar temas, o incluso líneas de investigación que normalmente no nos plantearíamos.

Dr. Luis Miguel Salgado Rodríguez
Coordinador del Seminario Departamental



“Fototerapia en el tratamiento de la ictericia neonatal”

Dr. Ismael Torres Gómez del Centro de Investigaciones en Óptica A.C.
13 de abril

La ictericia neonatal es una afección que se presenta comúnmente en los recién nacidos en los días posteriores a su nacimiento. La falta de atención o la atención inadecuada de la ictericia neonatal puede conllevar al desarrollo de pérdida auditiva, encefalopatía por kernícterus y otras complicaciones neurológicas graves en el neonato.

“Combustibles gaseosos (biogás) a partir de basura municipal”

Dr. Simón González Martínez del Instituto de Ingeniería de la UNAM.
20 de abril

Los combustibles gaseosos o biogás, que se produce por metabolismo microbiano tiene tres a cuatro componentes principales, el más importante es el bióxido de carbono, el segundo es el metano y el tercero es el hidrógeno.



“El papel de la inteligencia artificial en el desarrollo de las ciudades y territorios inteligentes.”

Dr. Amadeo José Argüelles Cruz del CIC del IPN.
27 de abril

La gestión de algunos elementos operativos que atienden necesidades presentes en una ciudad, municipio o territorio se aborda como una posibilidad de ofrecer bienestar a los residentes y la influencia que la tecnología puede ejercer, en su beneficio o perjuicio, se dilucidan desde la perspectiva de Ciencias de la Computación.





“Innovación en el ciclo de combustible nuclear: ¿cómo y por qué?”

Dr. Martín de Jesús Nieto Pérez,
profesor investigador del IPN-CICATA Querétaro.
4 de mayo

El ciclo de combustible nuclear convencional tiene dos problemas importantes: la disponibilidad del combustible (problema de front-end) y la generación de residuos altamente radiotóxicos (problema de back-end).

“Aplicando la Ciencia de Datos en la Investigación Científica”

Dra. Rocío del Carmen Chávez Álvarez.
11 de mayo

En esta conferencia platicamos acerca de algunas de las técnicas del área de la Ciencia de Datos, las cuales han sido utilizadas tanto en el análisis de tipo exploratorio, como en el análisis predictivo.



“Hablando de quitinasas, péptidos antimicrobianos y biosensores desarrollados a través de Biología Sintética”

Dr. José Eleazar Barboza Corona
de la Universidad de Guanajuato.
18 de mayo

En este seminario se presentó de manera resumida algunos de los avances más recientes que tenemos en el estudio de la quitinasa ChiA74, tal como la elucidación de su estructura tridimensional, del estudio de sus dominios a través de mutagénesis dirigida y de construcciones químicas.



“El UDIBI - UDIMEB sus desarrollos tecnológicos: Transferón”

Dra. Sonia Mayra Pérez Tapia,
Directora Ejecutiva UDIMEB.
25 de mayo

La UDIBI – UDIMEB son laboratorios dentro de la ENCB del IPN, el origen es el Factor de Transferencia. La UDIMEB opera al 100% con presupuesto autogenerado por los aprovechamientos obtenidos de los productos y servicios que ofertamos y con el fondeo de CONACYT.

“Aplicando Inteligencia Artificial en el Diseño de Nuevas Aleaciones para la Industria Automotriz y Aeroespacial”

Dr. Luis Ángel Villegas Armenta, Investigador Postdoctoral y Cofundador de la iniciativa "Alpha Iota Alloys" McGill University.
1° de junio

Los retos que enfrenta nuestra generación frente al cambio climático y la creciente demanda energética exigen que los materiales que utilizamos resistan condiciones cada vez más demandantes, manteniendo al mismo tiempo un bajo peso. Materiales como el aluminio y el magnesio representan la mejor alternativa para una variedad de retos: desde mejorar la eficiencia en el consumo de combustible de automóviles hasta la futura electrificación del transporte aéreo.



“Sistema de monitoreo Ambiental Smart-Air”

Dr. Antonio Hernández Zavala,
profesor investigador del IPN-CICATA Querétaro.
8 de junio

Se presentaron los avances del proyecto de monitoreo de contaminación ambiental denominado Smart-Air.



“Prótesis de rodilla: estabilidad, movilidad, fricción y desgaste”

Dr. José Dolores Oscar Barceinas Sánchez,
profesor investigador del IPN-CICATA Querétaro.
15 de junio

Las prótesis de rodilla son dispositivos mecánicos que tienen una demanda creciente debido al incremento poblacional y en la esperanza de vida, traumatismos causados por algún incidente y aumento del número de personas con alguna condición de salud que deteriora sus articulaciones, por ejemplo, artritis reumatoide u osteoartritis.

“Fibra Dietética y microbiota: una relación de importancia para la salud humana”

Dra. Perla Osorio Díaz de la ENCB del IPN.
22 de junio

El conjunto de bacterias, virus y hongos que habitan el cuerpo humano se conoce como microbiota. La comunidad bacteriana que habita el intestino grueso es conocida como el microbiota intestinal. Existen diferentes factores que pueden influir en la diversidad de la microbiota intestinal, uno de ellos es la alimentación.



“Automóviles eléctricos: Tecnologías y aspectos energéticos”

Dr. Gonzalo Alonso Ramos López,
profesor investigador del IPN-CICATA Querétaro.
29 de junio

En esta plática se abordó la situación actual de los automóviles eléctricos ¿Que sabemos de ellos? ¿Qué tecnologías emplean? ¿Son más convenientes que los automóviles a gasolina? Estos y otros aspectos fueron abordados con un énfasis en los aspectos energéticos.

CICATA QUERÉTARO

Te invitamos a conocer nuestros programas de:

- ESPECIALIDAD
- MAESTRÍA
- DOCTORADO

Consulta nuestros programas [aquí](#).

LINEAS DE INVESTIGACIÓN

- Análisis de imágenes
- Biotecnología
- Energías alternativas
- Mecatrónica
- Procesamiento de materiales y manufactura

BECAS

Los alumnos aceptados podrán ser postulados a una Beca CONACyT en caso de cumplir con los requisitos establecidos por este organismo. Además, podrán aspirar a una Beca Estímulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI) del IPN.

Los interesados podrán consultar la página www.cicataqro.ipn.mx, escribir a posgradoqro@ipn.mx o solicitar informes con la Lic. Maria Alicia Anaya Morales a los teléfonos +52 (55) 5729-6000 y +52 (55) 5729-6300 extensiones 81016 o 81050 del Departamento de Posgrado. El IPN-CICATA Querétaro se encuentra en Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatario, Querétaro, Qro. C.P. 76090.

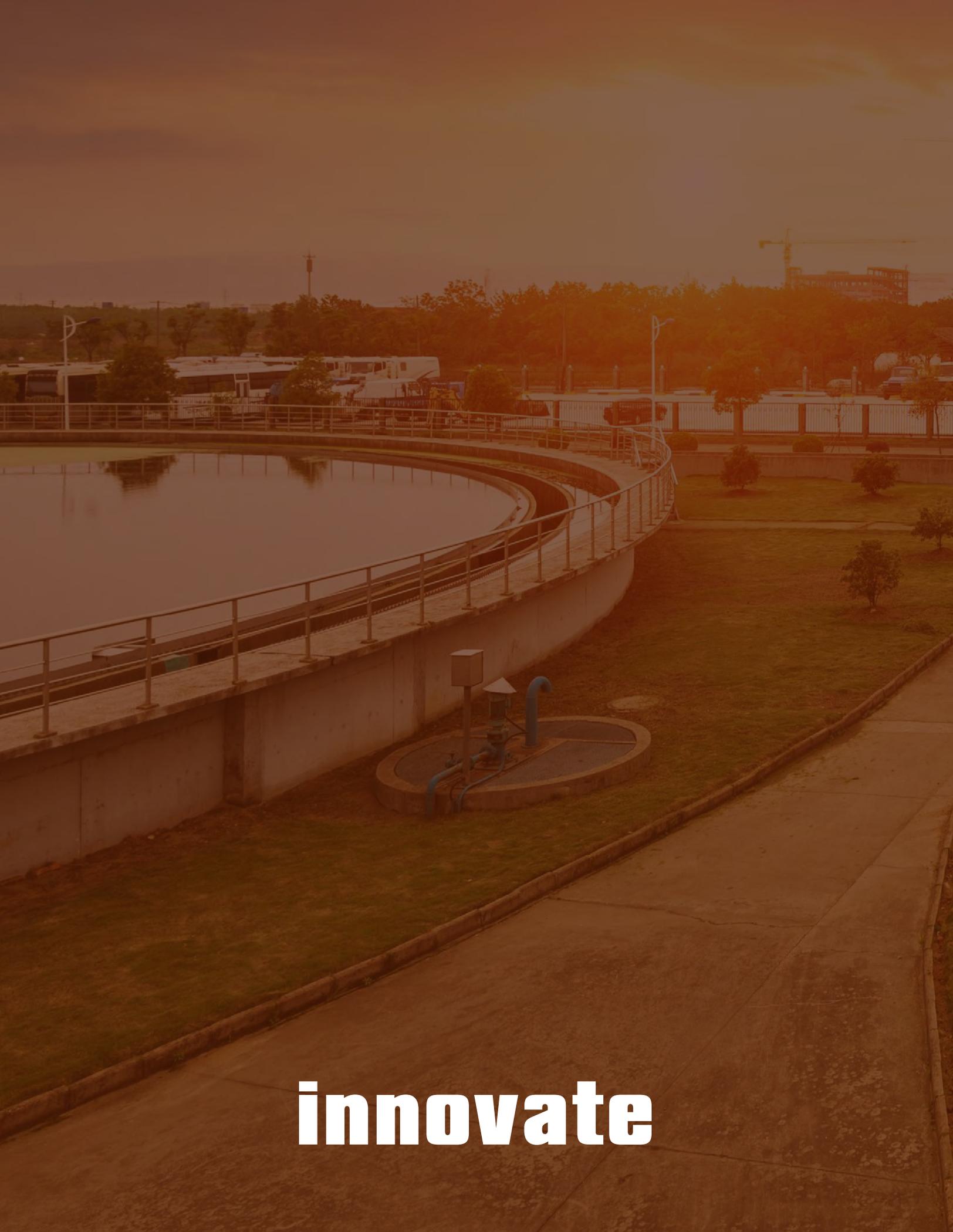
*Registro en la Dirección General de Profesiones de la SEP:
Maestría: 311576, 15-mayo-2000
CONVOCATORIA APROBADA POR COLEGIO DE PROFESORES
CICATA QRO.

Cualquier situación originada durante el proceso de admisión y no contemplada en la presente convocatoria, se resolverá con pleno apego al Reglamento de Estudios de Posgrado por la autoridad competente según el caso.

Consulta en:

www.posgrado.ipn.mx/Paginas/Normatividad.aspx





innovate