

# innovate

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

**No. 11**

Abril - Junio, 2023



## **NANOMATERIALES CATALÍTICOS PARA MEJORAR EL OCTANAJE:**

Una solución para mejorar la eficiencia y reducir las emisiones contaminantes

## **SIMBIÓTICOS:**

una alternativa para la mejora de la salud humana



### **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, como son: 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 posgrado con Maestría y Doctorado, estos programas 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 para ambos programas. 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 nuestro Posgrado en Tecnología Avanzada al mes de septiembre de 2022, se han graduado 367 alumnos los cuales son: 113 de doctorado, 358 de maestría y 11 de especialidad. Nuestra matrícula en el semestre A23 es de 68 alumnos.

## DIRECTORIO

### INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Arturo Reyes Sandoval  
Director General

Ing. Arq. Carlos Ruiz Cárdenas  
Secretario General

Dra. Ana Lilia Coria Páez  
Secretaria de Investigación y Posgrado

Mtra. Yessica Gasca Castillo  
Secretaria de Innovación e Integración Social

### CICATA, QUERÉTARO

Juan Bautista Hurtado Ramos  
Director del CICATA, Qro.

Edith Muñoz Olin  
Subdirectora de Innovación Tecnológica

### INNOVATE

Edith Muñoz Olin  
Alejandra Castillo Martínez  
Adela Eugenia Rodríguez Salazar  
Editoras

Alma Lucero Flores Ramírez  
Diseño Gráfico y Editorial

Innovate, Año 2023, No. 11, abril-junio 2023, es una publicación trimestral editada por el Instituto Politécnico Nacional a través del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Querétaro. Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatario, Querétaro, Qro., México, C.P. 76090. Teléfono: 442 2290804 ext. 81002. <https://cv.cicataqro.ipn.mx/cicata/index.php/revista-innovate-ultimo-numero>, Editor responsable: Juan Bautista Hurtado Ramos. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2021-111710235500-102. ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Tecnología Educativa y Campus Virtual del CICATA Unidad Querétaro del IPN, Alejandra Castillo Martínez, Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatario, Querétaro, Qro., México, C.P. 76090, fecha de la última modificación octubre de 2023.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

@cicataqro.ipn 

@cicataqro 

@cicataqro 

Cicata Querétaro 

## EDITORIAL

El IPN sigue navegando en situaciones novedosas en búsqueda de mejorar cada día la forma en que se relaciona con la sociedad mexicana. La formación de cientos de miles de profesionistas, aunque ha sido fundamental para el avance de la industria, se está quedando pequeña para las necesidades de nuestra economía. Como ha sucedido con otras instituciones de educación superior, la demanda de formación ha superado con mucho a los espacios disponibles. Y aunque es cierto que no deberíamos esperar que todos los egresados de bachillerato quisieran seguir una carrera profesional, hay muchos que tienen que truncar sus expectativas por la falta de espacios. Queda mucho por hacer en ese respecto, el compromiso del IPN será siempre ofrecer una formación de muy alto nivel, una que nos siga distinguiendo de otras instituciones y que ofrezca a nuestros egresados mejores esperanzas de desarrollo profesional.

En lo que respecta a los centros de investigación, el CICATA Qro. Ha seguido su labor de dedicar una parte de sus esfuerzos e investigaciones a lograr un impacto inmediato en las comunidades cercanas, así como dependencias municipales y estatales. Un ejemplo de estas acciones son las actividades que estamos desarrollando en el municipio de Tolimán, en donde varios de nuestros investigadores están desarrollando proyectos de auto-abastecimiento y optimización de recursos. Por un lado, con un proyecto de invernaderos hidropónicos, que en el futuro podrían ser usados con técnicas de acuaponía y por otro, con capacitaciones dirigidas a programas de nutrición basada en los productos de la zona.

También hemos estado trabajando con el municipio de Querétaro en un proyecto en la presa de Santa Catarina, un cuerpo de agua muy estresado, como la mayoría de los cuerpos de agua del estado, y que provee recursos para varias comunidades con altos niveles de vulnerabilidad. También con este municipio estamos colaborando en los trabajos que hacen con los productores de miel de la región. Con ellos queremos establecer parámetros que permitan diferenciar la miel auténtica de los productos que pretenden engañar al consumidor, si es posible incluso desarrollar un producto con denominación de origen.

Con el trabajo que realizamos, queremos dar un paso adelante, manteniendo nuestros números relacionados con la investigación, tales como graduados, artículos, intercambios, etc. Y logrando un impacto más notorio en el entorno social en el que estamos inmersos.

Juan B. Hurtado Ramos



Visita Subsecretario Medio Ambiente, 8 mayo del 2007.

## INDICE

<b>1</b>	<b>NANOMATERIALES CATALÍTICOS PARA MEJORAR EL OCTANAJE:</b> Una solución para mejorar la eficiencia y reducir las emisiones contaminantes en México	6
<b>2</b>	<b>SIMBIÓTICOS:</b> una alternativa para la mejora de la salud humana	12
<b>3</b>	<b>SEMINARIOS</b> Departamentales	18
<b>4</b>	<b>EGRESADOS,</b> abril - junio 2023	22
<b>5</b>	<b>EVENTOS</b> IPN - CICATA Querétaro	24
<b>6</b>	Programa de <b>POSGRADO</b>	25

La revista INNOVATE es un esfuerzo de la comunidad del 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 dondequiera que se produzcan estos y de los fenómenos naturales que nos afectan y resultan de interés para nuestros conciudadanos.

Le agradecemos a nuestros investigadores de la comunidad del IPN, alumnos y a todos los que participan directa e indirectamente en esta revista, 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.

# NANOMATERIALES CATALÍTICOS PARA MEJORAR EL OCTANAJE:

## UNA SOLUCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LAS GASOLINAS Y REDUCIR LAS EMISIONES CONTAMINANTES EN MÉXICO

Karina G. Madrigal-Carrillo<sup>a</sup>, Martha L. Hernández-Pichardo<sup>b\*</sup>, Juan I. Rodríguez<sup>c,d,\*</sup>

<sup>a</sup> IPN - Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, <sup>b</sup> IPN - Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, <sup>c</sup> IPN - Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Querétaro, y <sup>d</sup> IPN - Escuela Superior de Física y Matemáticas Montoya-Ramos Diana Karena; Barrón-García Oscar Yaelb; Gaytán-Martínez Marcela\*

\* Correo electrónico: [mhernandezp@ipn.mx](mailto:mhernandezp@ipn.mx); [jirodriguez@ipn.mx](mailto:jirodriguez@ipn.mx)

¿Te has preguntado por qué hay diferentes tipos de gasolinas y cuál es la diferencia entre ellas? ¿Sabes cómo la nanotecnología ayuda al desarrollo de nuevos materiales para la producción de gasolinas más amigables con el medio ambiente? ¿Te interesaría saber cómo se desarrollan estos nanomateriales? En este artículo presentaremos algunos detalles de las gasolinas y se describirá uno de los procesos que se puede emplear para el diseño y preparación de nanomateriales catalíticos para la producción de gasolinas más limpias y eficientes.

La gasolina es una combinación de hidrocarburos, es decir compuestos orgánicos de carbono e hidrógeno provenientes del petróleo, que se emplean en motores de combustión interna como combustible. Originalmente, estos motores utilizaban una fracción del petróleo crudo como gasolina, sin embargo, debido a las regulaciones ambientales y a la baja eficiencia de esta mezcla, actualmente se debe refinar esta fracción y se deben usar aditivos para mejorar sus propiedades.

Existen diferentes tipos de gasolinas y su principal diferencia es el índice de octano, el cual se refiere a la capacidad antidetonante de la gasolina en el proceso de combustión, es decir, hasta qué punto ésta aguanta cuando se comprime dentro del cilindro sin detonar prematuramente. Como referencia para la determinación del índice de octano se utilizan dos tipos de hidrocarburos, el n-heptano al que se le asigna el valor 0 y el 2,2,4-tri-metilpentano, con un valor o poder antidetonante de 100. De manera que, cuanto mayor

sea el octanaje, mayor será la capacidad de la gasolina para soportar altas presiones y temperaturas sin hacer explosión.

Entonces, una gasolina será de mejor calidad si contiene una mayor cantidad de alcanos ramificados, los cuales son compuestos de carbono e hidrógeno formados por enlaces simples carbono-carbono y carbono-hidrógeno; en donde los átomos de carbono no están unidos uno tras el otro en línea recta, sino que forman cadenas laterales que divergen de la cadena principal.

El proceso químico para producir alcanos ramificados a partir de alcanos lineales se conoce como isomerización, en el que una molécula se transforma en un compuesto con el mismo número y tipo de átomos, pero fórmula estructural distinta. Esta clase de reacciones han tomado relevancia como consecuencia de la creciente exigencia de combustibles más limpios y de alto rendimiento. La isomerización emplea catalizadores ácidos para aumentar su velocidad de reacción. En este trabajo se presenta la descripción de una posible ruta para el desarrollo de nanomateriales catalíticos para mejorar la eficiencia de las gasolinas, así como los conceptos fundamentales para este desarrollo.

### 1.- TIPOS DE GASOLINA EN MÉXICO

Las gasolinas se clasifican de acuerdo con su índice de octanos. En México se comercializan más de 200

marcas de gasolina, que de manera general son de dos tipos, una regular con 87 octanos la cual contiene una cantidad relativamente baja de azufre y se considera poco dañina para el medio ambiente, así como para el motor, y una gasolina premium de entre 91-92 octanos con menor contenido de azufre, impurezas cuyo uso es más recomendable para el motor y el medio ambiente.

## 2.- ¿CÓMO SE MEJORA EL ÍNDICE DE OCTANO?

La crisis medioambiental ha generado el endurecimiento de las regulaciones ambientales para la producción de combustibles. En el caso de las gasolinas se han limitado los contenidos de azufre, MTB (éter metil terbutílico – aditivo para incrementar octanaje) y benceno, que es un compuesto aromático, el cual ha sido clasificado como tóxico, contaminante y cancerígeno, entre otros. Desde 1995 las normas ambientales en Estados Unidos y Europa permiten un nivel máximo de benceno del 1 % vol, mientras que en

México el límite es del 1.5 % vol [2]. Se ha comprobado que este compuesto aromático se encuentra en los gases de escape de los autos, así como en los vapores de la gasolina. Así, la reducción del contenido de benceno en las gasolinas reformuladas se ha convertido en uno de los problemas principales en las refinerías debido a la alta toxicidad de este componente.

Sin embargo, los compuestos aromáticos y otros componentes proveen a las gasolinas de su alto octanaje, por lo que la gasolina reformulada debe estar constituida de isoalcanos (alcanos de cadena ramificada) con un alto número de octanos y productos hidrogenados como éteres o alcoholes en forma de aditivos para mantener un alto octanaje. Originalmente la concentración de alcanos ramificados en el petróleo crudo es muy baja, por lo que, los procesos alternativos que puedan aumentar la producción de isómeros mono- y bi-ramificados son ahora etapas críticas y decisivas en la refinación del petróleo.



### 3.- REACCIÓN DE ISOMERIZACIÓN

Una alternativa tecnológica para elevar el índice de octano al grupo de gasolinas es incorporar isoalcanos de alto número de octano. La producción de isoalcanos puede producirse a través de una reacción química como isomerización catalítica de alcanos lineales. La isomerización de parafinas convierte especies lineales de pentanos y hexanos en especies más ramificadas, las cuales incrementan el número de octano de dicho material, libres de compuestos aromáticos y de azufre. Para ello requieren de catalizadores ácidos sólidos que se pueden desarrollar a partir de los resultados de estudios teórico-experimentales que calculan y analizan los factores que son de relevancia para aumentar la actividad catalítica.



Un catalizador es un compuesto o elemento que modifica la velocidad en la que se desarrolla una reacción química, acelerándola o des-acelerándola sin que su composición sea afectada o alterada durante la reacción.

Para el caso de los catalizadores de isomerización, los sitios activos son los sitios ácidos. En este trabajo emplearemos como ejemplo el desarrollo teórico-experimental de un catalizador ácido de zirconia tungstada (ZW) el cual es un óxido de tungsteno soportado en un óxido de zirconia.

El sitio ácido en un catalizador de ZW se forma en la superficie del catalizador dependiendo de la fuerza con la que adsorba algunas especies [3], al agregar dopantes como el Fe o el Mn en pequeñas cantidades al catalizador, se modifica esa fuerza de adsorción

Por lo que es importante estudiar parámetros como la energía de adsorción y a su vez de desprotonación que permite realizar un análisis de la acidez, la cual está ligada a la actividad catalítica y la energía de adsorción nos permite visualizar la fuerza o debilidad de la interacción (fijación) superficie-cúmulo. Estos

parámetros se pueden obtener teóricamente mediante cálculos computacionales basados en la mecánica cuántica.

El descubrimiento de nuevos catalizadores nanométricos se produce por medio de metodologías de síntesis y caracterización que se renuevan constantemente y que los científicos experimentales mejoran continuamente tratando de revelar qué los hace buenos y utilizan esa información para hacer los procesos catalíticos aún mejores.

No obstante, como la estructura y la composición de los catalizadores sólidos es por lo general complicada, la información obtenida experimentalmente es insuficiente para obtener una descripción más precisa de las condiciones a nivel atómico en que funcionan los catalizadores y tampoco permite establecer de forma rigurosa si los catalizadores descubiertos serán los mejores posibles.

Entonces el desarrollo y estudio de los catalizadores sólidos se vuelve multidisciplinario dado que el campo es tan amplio, aquí es donde se genera una combinación única de ciencias como la física, matemáticas, química e ingeniería computacional.

El diseño teórico-computacional de catalizadores tiene como objetivo desarrollar materiales a partir de su comprensión a nivel básico (detalles fundamentales del entorno y comportamiento del sitio activo), con la intención de predecir la estructura más estable en un material catalíticamente activo.

Mediante los trabajos teóricos-experimentales se contrastan las propiedades obtenidas en la síntesis y caracterización de los catalizadores sólidos, con tendencias identificadas en los resultados obtenidos mediante cálculos mecánico-cuánticos, poniendo especial relevancia en la posibilidad de diseñar materiales para diferentes objetivos. Se determina qué

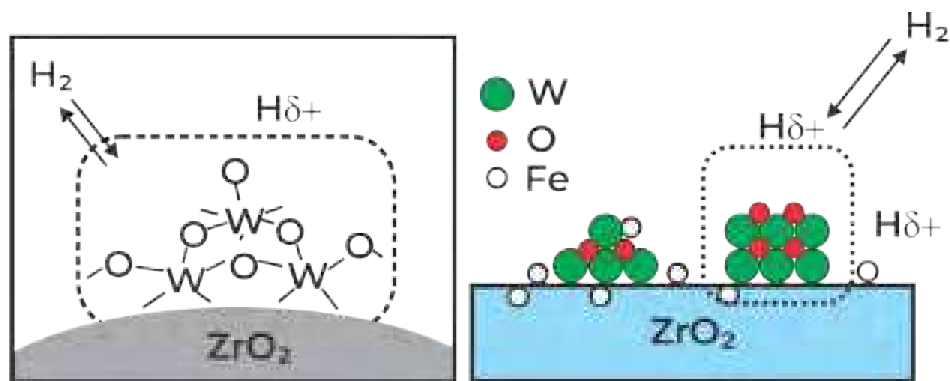
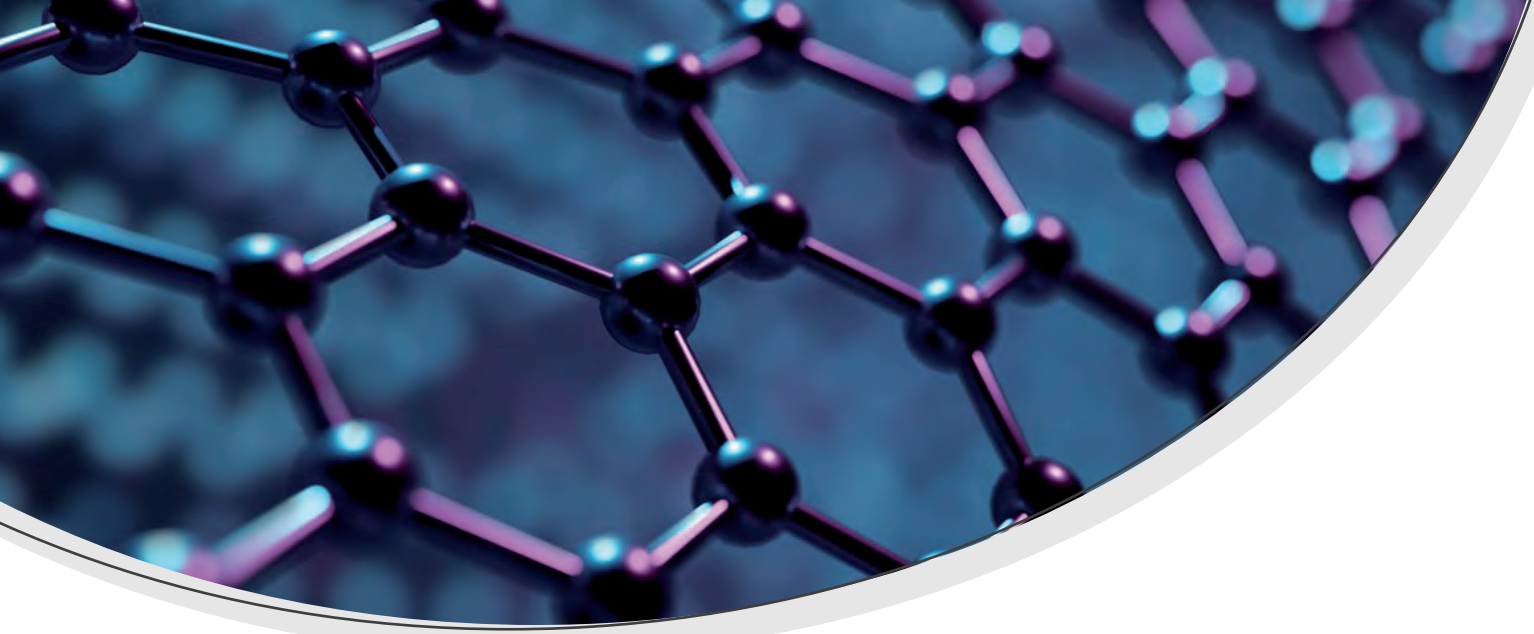


Figura 1.- Formación de sitios ácidos en el catalizador de ZW [3].





significan las tendencias identificadas y cómo influyen en la mejora del desempeño de los catalizadores y se hace un análisis de las oportunidades que ofrece el diseño a escala atómica de materiales mejorados para que puedan aumentar la producción de isómeros, por un lado mediante el aumento de la actividad y selectividad y por otro en la reducción del tiempo, selección y consumo de materiales durante la síntesis.

## ¿En qué consiste el diseño de los nanocatalizadores y cuál es su aportación a la investigación experimental?

El diseño de materiales es una alternativa que propone modelos para anticipar o predecir pasos en el proceso iterativo de prueba y error de la síntesis y caracterización de materiales, propios de la investigación experimental, además de proponer elementos y estructuras elegidos a partir de un conocimiento teórico profundo de la reacción analizada, para explicar el funcionamiento del catalizador. El diseño de nanocatalizadores pretende desarrollar modelos de materiales partiendo de su comprensión a nivel básico con una fundamentación teórica rigurosa, que nos provea de una noción de la estructura de las moléculas y el enlace químico, así como de la naturaleza del sitio activo [4]. En principio, estos modelos diseñados permitirían predecir una estructura óptima del mate-

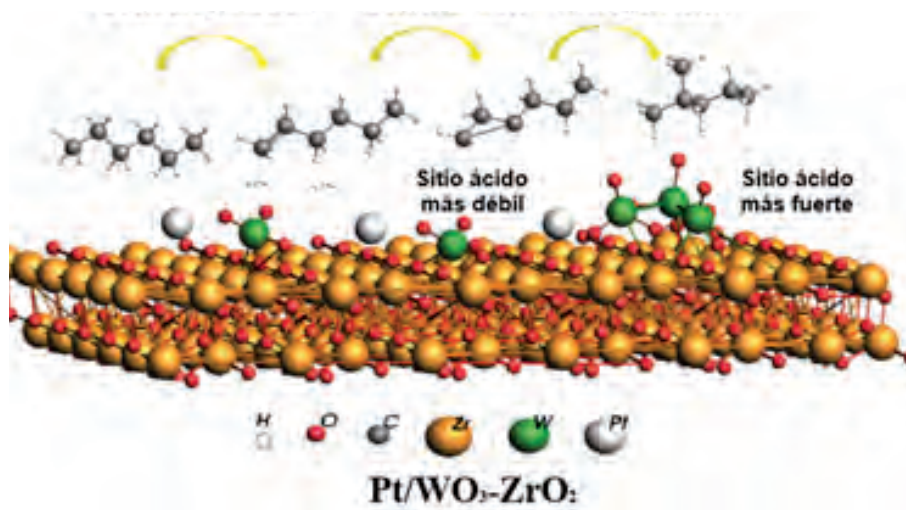


Figura 2.- Modelo teórico-computacional del proceso de isomerización de alcanos lineales mediante catálisis heterogénea.



rial estudiado para que sea catalíticamente activo.

## ¿Por qué es importante medir calcular las propiedades teóricas mediante software especializado?

En primera instancia, el hacer modelos teórico-computacionales de los catalizadores nanoestructurados permite tener una idea clara, a nivel atómico-molecular, de la estructura de estos sistemas y cómo esta estructura está correlacionada con las demás propiedades, como las propiedades electrónicas y catalíticas. En segunda instancia, estos cálculos o simulaciones computacionales son usados para “diseñar” nuevos

alternativos de producción de gasolina de alta calidad a un menor costo que el de reformado catalítico; en este aspecto, la isomerización es una alternativa económicamente viable en las refinerías. La isomerización de n-hexano permite, por un lado, la obtención de isómeros mono- y bi-ramificados, aumentando el índice de octano total de la gasolina, y por otro lado la eliminación del n-hexano como precursor de benceno y la reducción del porcentaje de compuestos aromáticos, sin necesidad de realizar fuertes inversiones en la construcción de nuevas unidades de isomerización.

- La nanotecnología ha tomado un papel fundamental en el desarrollo de nuevos catalizadores, ya que se pretende reducir los costos de operación mediante el uso de catalizadores más activos. Se ha encontrado que mediante el empleo de nanocatalizadores mejorados se puede aumentar la producción de isómeros, mediante el aumento de la actividad y selectividad.

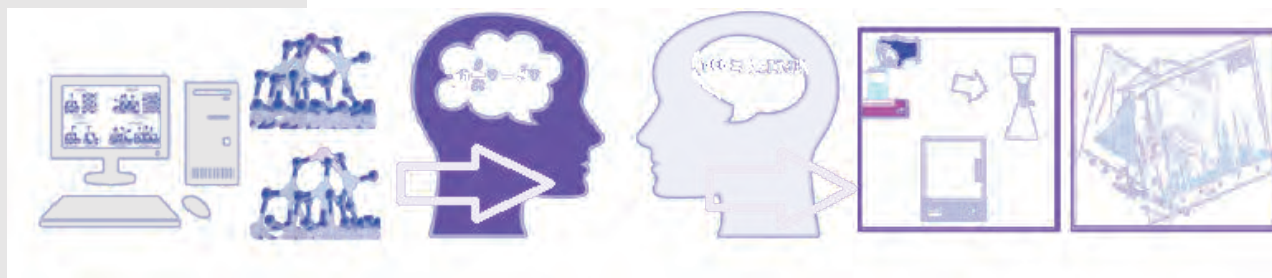


Figura 3.- Colaboración teórico-experimental para el análisis, identificación y propuesta de mejora de catalizadores nanoestructurados.

nanomateriales catalíticos que tengan propiedades específicas antes de ser sintetizados experimentalmente. De esta manera se optimizan los insumos y recursos humanos [5].

En particular, estos cálculos permiten estudiar tendencias identificadas en los resultados y relacionarlas con comportamientos descubiertos experimentalmente y proporcionan una medida idealizada pero directa de las propiedades que proporcionan un equilibrio entre estabilidad y actividad catalítica.

En conclusión, la isomerización de alcanos ligeros presentes en la nafta o gasolina industrial es una reacción importante, ya que empleando estos procesos se obtienen corrientes de isómeros ramificados en la gasolina reformulada libre de benceno, aumentando el índice de octano (IO).

La demanda nacional energética de combustibles eficientes que aumenta en volumen y calidad, así como las estrictas regulaciones ambientales, han llevado a las refinerías a seleccionar los medios

Los modelos teóricos-computacionales pueden aplicarse a cualquier industria. Considerando que la capacidad de cómputo es cada vez mayor y los métodos de simulación siempre están mejorando, existe una gran oportunidad de complementar el análisis de descubrimientos experimentales con los datos obtenidos de los cálculos realizados. Por lo que, es necesario continuar con la colaboración teórico-experimental en el desarrollo de nuevos materiales catalíticos nanoestructurados que mejoren el funcionamiento y la vida útil de los catalizadores actuales.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. D. Velázquez et al., "Recent progress on catalyst technologies for high quality gasoline production," *Catal. Rev.*, vol. 00, no. 00, pp. 1–221, Jul. 2022, doi: 10.1080/01614940.2021.2003084.
- [2] L. M. Rodríguez Otal and S. Méndez Masias, "¿Reformar o isomerizar la fracción C5-C6 de la nafta ligera?," *Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos A.C.*, vol. 7–8, pp. 15–24, 2000.
- [3] J. Macht and E. Iglesia, "Structure and function of oxide nanostructures: catalytic consequences of size and composition," *Phys. Chem.*





Chem. Phys., vol. 10, no. 35, p. 5331, 2008, doi: 10.1039/b805251d.  
[4] J. Vera-Iturriaga, K. G. Madrigal-Carrillo, M. L. Hernández-Pichardo, J. I. Rodríguez, E. Jiménez-Izal, and J. A. Montoya de la Fuente, "A size-selective method for increasing the performance of Pt supported on tungstated zirconia catalysts for alkane isomerization: a combined experimental and theoretical DFT study," *New J. Chem.*, vol.

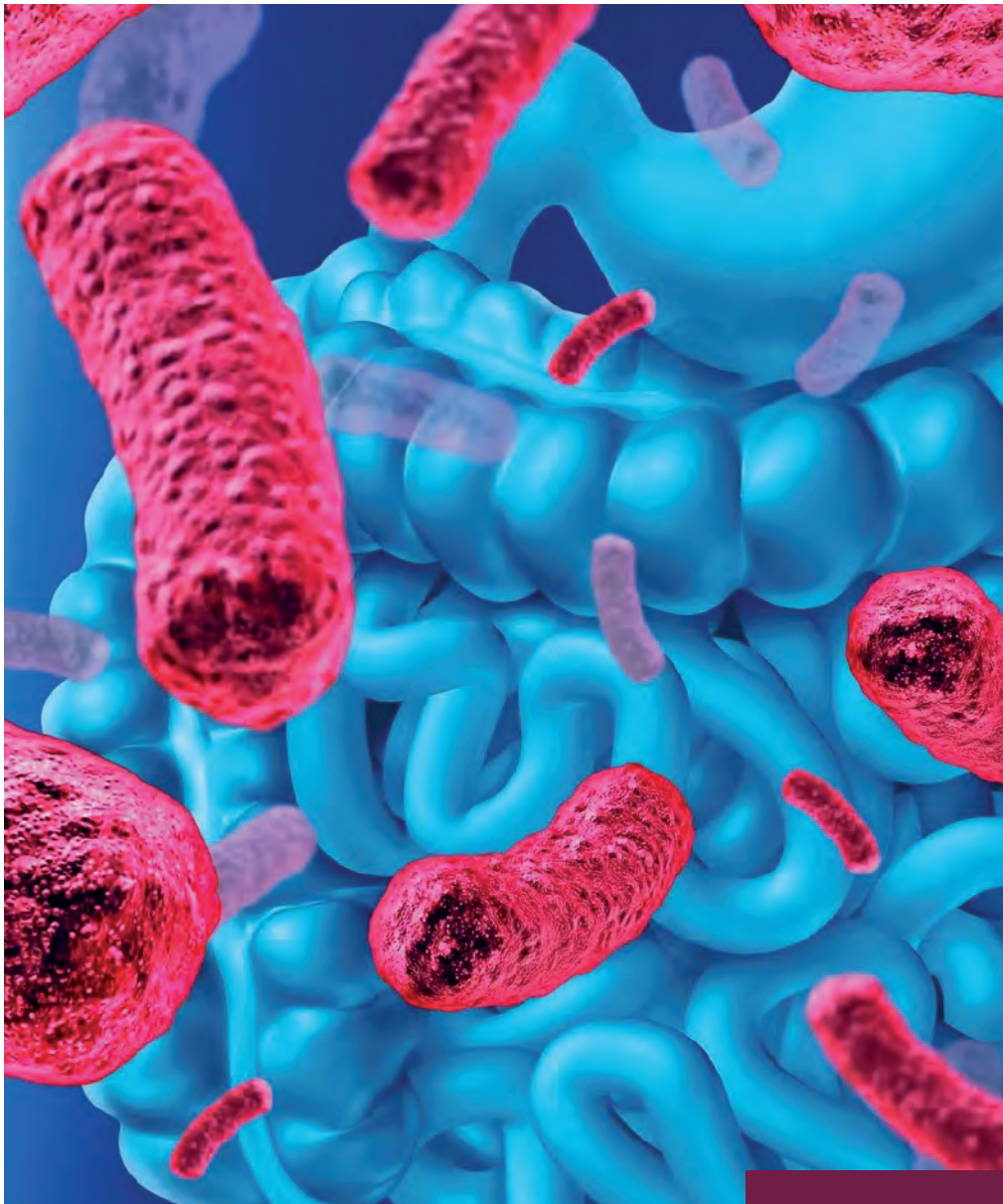
45, no. 23, pp. 10510–10523, 2021, doi: 10.1039/D1NJ01725J.  
[5] K. G. Madrigal-Carrillo, J. I. Rodríguez, M. L. Hernández-Pichardo, and E. Jimenez-Izal, "Unraveling the effects of Fe and Mn promoters on the tungstated zirconia catalyst: A DFT study," *Appl. Surf. Sci.*, vol. 599, p. 154052, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.apsusc.2022.154052.



# SIMBIÓTICOS:

## UNA ALTERNATIVA PARA LA MEJORA DE LA SALUD HUMANA

Oropeza-Zamora K., Méndez-Montealvo M.G., Velázquez-De la Cruz G.  
IPN – Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro.



Para comprender los aspectos implícitos en la mejora de la salud a partir del consumo de simbióticos es importante mencionar a la “microbiota intestinal” (antes conocida como flora intestinal) la cual se define como “la comunidad de microorganismos vivos residentes en el tubo digestivo” (Icaza-Chávez, 2013); estos pueden ser bacterias, protozoos, hongos y virus. Sin ellos, la vida humana (como la conocemos) no sería posible, pues son parte fundamental e imprescindible de nuestro organismo. Gracias a la microbiota intestinal nuestro organismo es capaz de llevar a cabo diferentes funciones inmunológicas, metabólicas, estructurales y neurológicas (Adak & Khan, 2019; Li et al., 2016). Una microbiota intestinal sana es aquella que se conforma con una mayor diversidad de especies (Qin et al., 2010); sin embargo, algunos factores como el medio ambiente, enfermedades, la dieta, tratamientos con antibióticos y el estrés pueden generar disbiosis que es la alteración del equilibrio de la microbiota intestinal y ocurre por la pérdida de la riqueza de especies benéficas y el incremento de microorganismos patógenos (causantes de enfermedades). Este fenómeno es motivo de preocupación en la comunidad médica y científica, pues se ha encontrado que la disbiosis puede ser causa y consecuencia de un sin número de alteraciones en la salud (Adak & Khan, 2019; Li et al., 2016), es por ello que hoy día se busca la implementación de estrategias nutricionales y terapéuticas personalizadas dirigidas a equilibrar la microbiota intestinal, esto incluye el consumo de

probióticos y prebióticos lo que ha demostrado que mejora la salud (Adak & Khan, 2019; Nagendra et al., 2011; Yamashiro, 2021).

### PROBIÓTICOS

Sin duda alguna, todos hemos escuchado la palabra probiótico, ya sea en la escuela, centro de trabajo, medios de comunicación e incluso en publicidad del supermercado. En general, relacionamos el término con bacterias presentes en un alimento o un suplemento que al ser consumido puede generar bienestar; sin embargo, no es así de simple. De acuerdo con la definición oficial los probióticos son “Microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidad adecuada, confieren beneficios para la salud del huésped” (FAO & OMS, 2006), entendiéndose al huésped como el consumidor. Ahora bien ¿Cuál es la cantidad adecuada para adquirir un beneficio en la salud? La respuesta depende del tipo de microorganismo y la dosis de consumo, y con ello el beneficio en la salud (Tabla 1); sin embargo, la Organización para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud han establecido una dosis mínima requerida en un alimento de 109 UFC/g (unidades formadoras de colonias/g, que es una unidad de medida utilizada para cuantificar microorganismos) hasta el final de su vida útil (FAO & OMS, 2018). Conservar este número de UFC en un alimento es un reto, es por ello que en los últimos años se han empleado y mejorado técni-

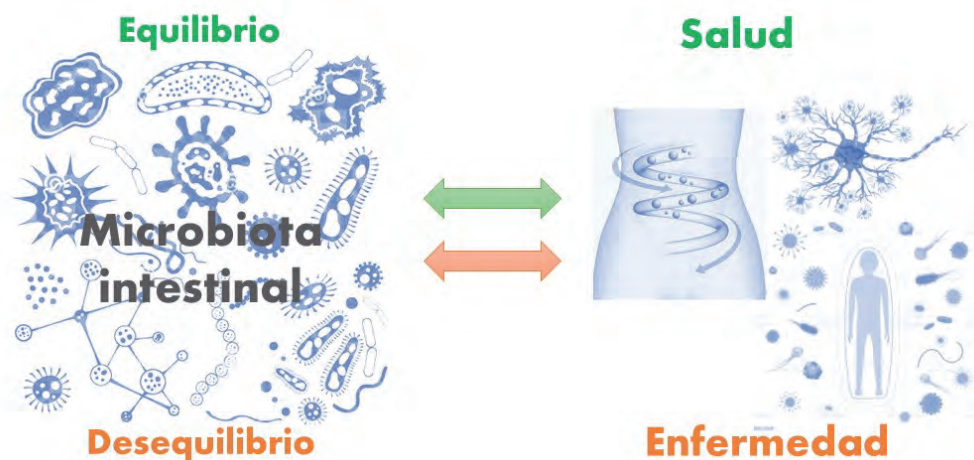


Figura 1. Representación de la relación entre la microbiota intestinal y la salud.  
Fuente: Elaboración propia

Microorganismo probiótico	Impacto en la salud	Dosis reportada (UFC/día)	Referencia
<i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>Bifidobacterium</i> , <i>Streptococcus</i>	Reducción de obesidad en adultos	1 x 10 <sup>11</sup> durante 10 semanas	(Skonieczna-Żydeck et al., 2020)
<i>Bifidobacterium lactis</i>	Asma y rinitis alérgica en niños	1.9 x 10 <sup>7</sup> durante 12 meses	(Sazawal et al., 2010)
Mezcla probiótica	Colesterol alto en sangre	1 x 10 <sup>9</sup> durante 3 meses	(Kerlikowsky et al., 2021)
<i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Bifidobacterium lactis</i>	Diabetes mellitus gestacional	1 x 10 <sup>6</sup> durante 2 meses	(Sahhaf et al., 2019)
<i>Alkalihalobacillus clausii</i> 088AE	Diarrea asociada a antibióticos	2 x 10 <sup>9</sup> por siete días	(Maity & Gupta, 2021)
<i>L. plantarum</i> P-8	Ansiedad y depresión	2 x 10 <sup>10</sup> durante 3 meses	(Ma et al., 2021)

Tabla 1. Diferentes probióticos y/o mezclas con beneficios en la salud de acuerdo con diferentes estudios clínicos en humanos.

cas de microencapsulación de probióticos con el propósito de conservarlos y garantizar una entrega eficaz en la zona adecuada del tracto digestivo.

### PREBIÓTICO

El término prebiótico se utiliza para describir el contenido de fibra en algunos alimentos de origen vegetal; sin embargo, la Organización Mundial de Gastroenterología (WGO por sus siglas en inglés), lo define como “ingredientes fermentados selectivamente que dan lugar a cambios específicos en la composición y/o la actividad de la flora gastrointestinal, confiriendo así beneficios a la salud del huésped” (WGO, 2023). Algunos de estos ingredientes son: oligofruetosacáridos, xilooligosacáridos, celosoligosacáridos, inulina, celulosa, hemicelulosa, gomas, mucilagos, almidón resistente tipo III y pectina (Olveira & González-Molero, 2016; WGO, 2023).

Los efectos benéficos del consumo de prebióticos van desde el control del peso corporal, mejoras en: los niveles de glucosa (Khalil et al., 2021; Nobre et al.,

2022; Rosa et al., 2021) en el sistema digestivo (Devi et al., 2023; Nobre et al., 2022; Steels et al., 2023) en el equilibrio hormonal (Rani et al., 2023) en la absorción de iones calcio, hierro y magnesio; así como la producción de ácidos grasos de cadena corta (Bongers & Van den Heuvel, 2016; WGO, 2023); disminución de las enfermedades cardiovasculares (Yamashiro, 2021) además de que algunos estudios demuestran una reducción de los síntomas del cáncer de colon (Olveira & González-Molero, 2016; Turati et al., 2023).

En los últimos años, se ha presentado un gran interés por el consumo de ingredientes prebióticos como parte de una dieta diaria. Actualmente los podemos encontrar en fórmulas infantiles, alimentos y bebidas fortificados, suplementos dietéticos, alimentación animal, entre otras (Mordor-Intelligence, 2022) y se estima que el mercado mundial de los prebióticos tenga una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 12% en el periodo del 2023 al 2025.

Una de las razones para el crecimiento de este mercado es que después de la pandemia de COVID-19, en

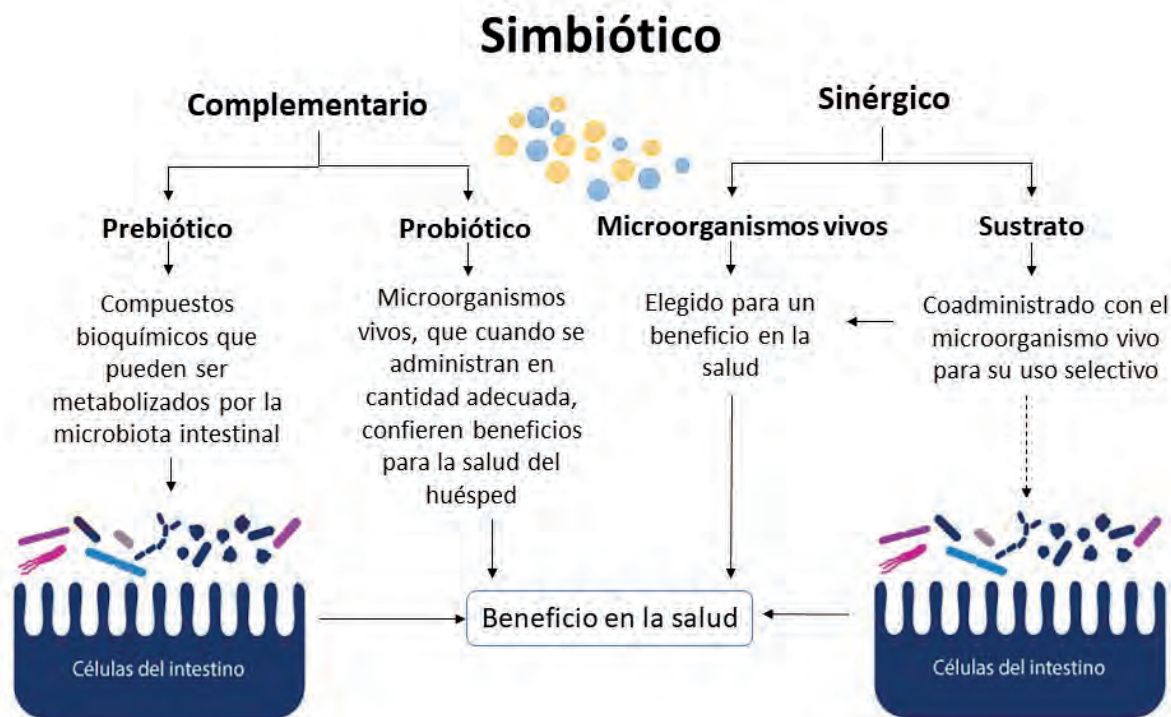


Figura 2. Mecanismos de acción de un simbiótico sinérgico y complementario. Adaptado de Swanson et al.(2020)

general la población tomó conciencia sobre el estilo de alimentación, por lo que hoy en día es más común que las personas se inclinen por el consumo de alimentos funcionales tales como los alimentos con probióticos y prebióticos.

### PERO, ¿QUÉ ES UN SIMBIÓTICO?

Alrededor del año de 1995 se describió por primera vez el término simbiótico definiéndose como la “mezcla de probióticos y prebióticos que afectan beneficiosamente al huésped”. Actualmente, un simbiótico se define como “una mezcla que comprende microorganismos vivos y sustrato utilizado selectivamente por microorganismos huéspedes que confiere un beneficio para la salud del consumidor” entendiéndose como microorganismos “huéspedes” a los microorganismos presentes en la microbiota intestinal (Swanson et al., 2020)..

Recientemente en 2019, la Asociación Científica Internacional de Probióticos y Prebióticos (ISAPP, por sus siglas en inglés) convocó a un panel de expertos científicos académicos para abordar el estado actual de los simbióticos (Swanson et al., 2020). A partir de entonces, se estableció que un simbiótico puede ser

complementario y sinérgico (2).

Un simbiótico complementario es la mezcla del probiótico y el prebiótico. En este caso, ambos componentes deberán cumplir con una dosis mínima establecida para cada uno de ellos y sustentada con ensayos clínicos por separado que demuestren efectos positivos en la salud. Una vez que se mezclan para obtener un simbiótico complementario, el probiótico y el prebiótico generan su acción de manera independiente, por lo tanto, ya no se considera necesario realizar ensayos clínicos para el consumo de la mezcla.

Por otro lado, el simbiótico sinérgico requiere de un mayor esfuerzo en su diseño, pues se trata de una mezcla entre un microorganismo vivo y un sustrato. En esta mezcla, ambos (probiótico y prebiótico) trabajan de manera conjunta, tomando en cuenta que el sustrato deberá ser empleado por el microorganismo para apoyar su crecimiento y actividad; además, en este caso el sustrato puede o no generar algún efecto prebiótico. En esta sinergia, los beneficios que pueden obtenerse pueden ser potencializados ya que se sabe que es posible obtener algún efecto positivo en la salud en dosis menores que cuando actúan de



manera independiente.

Aunque el panel de expertos de la ISAPP coincide en que la definición de un simbiótico debiera ser la de un simbiótico sinérgico, se incluyó dentro de ésta a los simbióticos complementarios, principalmente debido al reto que implica el diseño de un sinérgico y a su escasa existencia en el mercado. Actualmente, los simbióticos complementarios se pueden encontrar en la gran mayoría de investigaciones, desarrollos y productos comerciales (Krumbeck et al., 2018).

Ahora bien, ya sea un simbiótico complementario o sinérgico, alrededor de su desarrollo existen factores a considerar, como la estabilidad del componente microbiano con el propósito de que este se encuentre vivo y activo en la concentración necesaria para ejercer su acción durante la vida útil del producto. Se ha demostrado que las tecnologías de encapsulación y liofilización conservan la viabilidad de los microorganismos por largos periodos de almacenamiento (Mokhtari et al., 2017; Tripathi & Giri, 2015).

En el caso del prebiótico en un simbiótico complementario basta con realizar la revisión o estudio del efecto benéfico en la dosis recomendada; sin embargo, para un simbiótico sinérgico se debe comprobar su uso selectivo como sustrato por parte de los microorganismos, además del estudio clínico de los beneficios aportados de manera conjunta (Swanson et al., 2020).

Una vez que se tiene un simbiótico, los beneficios que se pueden obtener a partir de su consumo van desde el tratamiento de cáncer de colon (Denipote et al., 2010), mejora del sistema digestivo (Liao et al., 2022), reducción de obesidad mediante la disminución de los marcadores inflamatorios (Rangel-Torres et al., 2022; Hadi et al., 2020), auxiliar en el tratamiento de diabetes tipo II (Wachholz et al., 2013), prevención y tratamiento de dermatitis atópica (Chang et al., 2016), tratamiento de glicemia y reducción del colesterol (Moroti et al., 2012), prevención de infecciones del tracto respiratorio (Chan et al., 2020), entre otros padecimientos.

A pesar de los beneficios en la salud por el consumo

de simbióticos, actualmente no se cuenta con un marco regulatorio de este tipo de productos. Alrededor del mundo los podemos encontrar en un sinfín de productos como suplementos y en algunos alimentos, sin embargo, hace falta una regulación de este tipo de productos con el propósito de garantizar mejoras sustanciales en la salud y evitar la publicidad engañosa. Al respecto, algunos países como Estados Unidos, Canadá, Argentina, Brasil, Japón y la Unión Europea tienen un marco regulatorio en el etiquetado de productos alimentarios bajo la leyenda de “declaración de propiedad saludable” en donde solicitan a los vendedores cumplir con los criterios correspondientes para el etiquetado de productos. En este marco regulatorio se les exigen pruebas y evidencia clínica de los efectos en la salud a partir del consumo de su producto. En el caso particular de México, no existe alguna regulación acerca del etiquetado y venta de productos probióticos, prebióticos y simbióticos.

Sin duda alguna, el camino hacia el aprovechamiento de los simbióticos está lleno de retos en el ámbito científico, empresarial y social. Sabemos que el desarrollo de cualquier producto simbiótico requiere de recursos, mismos que pueden ser solventados por parte del sector empresarial, que se verá impulsado por las demandas de los consumidores. En este sentido, la difusión de la información acerca del potencial de los simbióticos es un comienzo para acelerar el desarrollo de este tipo de productos.

## REFERENCIAS

- Adak, A., & Khan, M. R. (2019). An insight into gut microbiota and its functionalities. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 76(3), 473–493. <https://doi.org/10.1007/s00018-018-2943-4>
- Bongers, A., & Van den Heuvel, E. (2016). Compuestos prebióticos y biodisponibilidad de minerales y oligoelementos. *Gastroenterología y Hepatología*, 63(9), 50–63.
- Chan, C. K. Y., Tao, J., Chan, O. S., Li, H. B., & Pang, H. (2020). Preventing respiratory tract infections by synbiotic interventions: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Advances in Nutrition*. <https://doi.org/doi.org/10.1093/advances/nmaa003>
- Chang, Y. S., Trivedi, M. K., Jha, A., & Lin, Y.-F. (2016). Synbiotics for prevention and treatment of a dermatitis: a meta-analysis of randomized clinical trials. *JAMA Pediatric*, 170, 236–242.
- Denipote, F. G., Trindade, E. B. S. de M., & Burini, R. C. (2010). Probiotics and prebiotics in primary care for colon cancer. *Arquivos de gastroenterología*, 47(1), 93–98. <https://doi.org/10.1590/s0004-28032010000100016>



- Devi, R., Sharma, E., Thakur, R., Lal, P., Kumar, A., Altaf, M. A., Singh, B., Tiwari, R. K., Lal, M. K., & Kumar, R. (2023). Non-dairy prebiotics: Conceptual relevance with nutrigenomics and mechanistic understanding of the effects on human health. *Food Research International*, 170, 112980. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112980>
- FAO, & OMS. (2006). Probióticos en los alimentos Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación. En *Estudios FAO alimentación y nutrición* (Vol. 85, p. 52). <https://www.fao.org/3/a0512s/a0512s.pdf>
- FAO, & WHO. (2018). *Codex Alimentarius 2018*. En *Codex Alimentarius* (p. 18 p.).
- Hadi, A., Alizadeh, K., Hajianfar, H., Mohammadi, H., & Miraghajani, M. (2020). Efficacy of synbiotic supplementation in obesity treatment: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60, 584–596.
- Icaza-Chávez, M. E. (2013). Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad. *Revista de Gastroenterología de México*, 78(4), 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2013.04.004>
- Kerlikowsky, F., Greupner, T., Müller, M., Mazo, J. E., Müller, H.-J., & Hahn, A. (2021). Probiotic formulation influences blood cholesterol levels: a randomized, controlled trial during the covid19 pandemic. *Clinical Nutrition ESPEN*, 46, S664–S665. <https://doi.org/10.1016/J.CLNESP.2021.09.345>
- Khalil, N. A., Eltahan, N. R., Elaktash, H. M., Aly, S., & Sarbini, S. R. (2021). Prospective evaluation of probiotic and prebiotic supplementation on diabetic health associated with gut microbiota. *Food Bioscience*, 42, 101149. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101149>
- Krumbeck, J. A., Walter, J., & Hutkins, R. W. (2018). Synbiotics for Improved Human Health: Recent Developments, Challenges, and Opportunities. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9, 451–479. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030117-012757>
- Li, D., Wang, P., Wang, P., Hu, X., & Chen, F. (2016). The gut microbiota: A treasure for human health. *Biotechnology Advances*, 34(7), 1210–1224. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2016.08.003>
- Liao, W., Su, M., & Zhang, D. (2022). A study on the effect of symbiotic fermented milk products on human gastrointestinal health: Double-blind randomized controlled clinical trial. *Food Science & Nutrition*, 10(9), 2947–2955. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2890>
- Ma, T., Jin, H., Kwok, L. Y., Sun, Z., Liang, M. T., & Zhang, H. (2021). Probiotic consumption relieved human stress and anxiety symptoms possibly via modulating the neuroactive potential of the gut microbiota. *Neurobiology of Stress*, 14, 100294. <https://doi.org/10.1016/J.YNSTR.2021.100294>
- Maity, C., & Gupta, A. K. (2021). Therapeutic efficacy of probiotic *Alkalihalobacillus clausii* O88AE in antibiotic-associated diarrhea: A randomized controlled trial. *Heliyon*, 7(9). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2021.E07993>
- Mokhtari, S., Jafari, S. M., Khomeiri, M., Maghsoudlou, Y., & Ghorbani, M. (2017). The cell wall compound of *Saccharomyces cerevisiae* as a novel wall material for encapsulation of probiotics. *Food Research International*, 96, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.014>
- Mordor-Intelligence. (2022). Mercado de ingredientes prebióticos: crecimiento, tendencias, impacto de COVID-19 y pronósticos (2022 - 2027). Mercado de ingredientes prebióticos. <https://mordorintelligence.com/es/industry-reports/prebiotics-ingredients-market>
- Moroti, C., Souza Magri, L. F., de Rezende Costa, M., Cavallini, D. C. U., & Sivieri, K. (2012). Effect of the consumption of a new symbiotic shake on glycemia and cholesterol levels in elderly people with type 2 diabetes mellitus. *Lipids in Health and Disease*, 11, 29. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-29>
- Nagendra, S. P., Gomes da Cruz, A., & Fonseca, J. A. (2011). Probiotic and prebiotic foods: Technology, stability and benefits to human health. *International Journal of Food Microbiology*, 148(2), 145–146. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.05.001>
- Nobre, C., Simões, L. S., Gonçalves, D. A., Berni, P., & Teixeira, J. A. (2022). 5 - Fructooligosaccharides production and the health benefits of prebiotics (pp. 109–138). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823506-5.00002-3>
- Olveira, G., & González-Molero, I. (2016). Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. *Endocrinología y Nutrición*, 63(9), 482–494. <https://doi.org/10.1016/j.endo-nu.2016.07.006>
- Qin, J., Li, R., Raes, J., Arumugam, M., Burgdorf, K. S., Manichanh, C., Nielsen, T., Pons, N., Levenez, F., Yamada, T., Mende, D. R., Li, J., Xu, J., Li, S., Li, D., Cao, J., Wang, B., Liang, H., Zheng, H., ... Wang, J. (2010). A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature*, 464(7285), 59–65. <https://doi.org/10.1038/nature08821>
- Rangel-Torres, B. E., García-Montoya, I. A., Jiménez-Vega, F., & Rodríguez-Tadeo, A. (2022). Effect of prebiotics, probiotics, and symbiotics on molecular markers of inflammation in obesity. *Revista española de salud pública*, 96.
- Rani, K., Kaur, G., & Ali, S. A. (2023). Probiotic-prebiotic therapeutic potential: A new horizon of microbial biotherapy to reduce female reproductive complications. *PharmaNutrition*, 24, 100342. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.phanu.2023.100342>
- Rosa, M. C., Carmo, M. R. S., Balthazar, C. F., Guimarães, J. T., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., Silva, M. C., Pimentel, T. C., & Cruz, A. G. (2021). Dairy products with prebiotics: An overview of the health benefits, technological and sensory properties. *International Dairy Journal*, 117, 105009. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105009>
- Sahhaf, E. F., Homayouni, R. A., Mosen, M., Abbasalizadeh, F., Tabrizi, A., & Khalil, L. (2019). Effect of *L. acidophilus* and *B. lactis* on blood glucose in women with gestational diabetes mellitus: a randomized placebo-controlled trial. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 11. <https://doi.org/10.1186/s13098-019-0471-5>
- Sazawal, S., Dhingra, U., Hiremath, G., Sarkar, A., Dhingra, P., Dutta, A., Verma, P., Menon, V. P., & Black, R. E. (2010). Prebiotic and probiotic fortified milk in prevention of morbidities among children: Community-based, randomized, double-blind, controlled trial. *PLoS ONE*, 5(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012164>
- Skonieczna-Żydecka, K., Kaźmierczak-Siedlecka, K., Kaczmarczyk, M., Śliwa-Dominiak, J., Maciejewska, D., Janda, K., Stachowska, E., Łoniewska, B., Malinowski, D., & Borecki, K. (2020). The effect of probiotics and synbiotics on risk factors associated with cardiometabolic diseases in healthy people—a systematic review and meta-analysis with meta-regression of randomized controlled. *Journal of clinical medicine*, 9, 1788.
- Steels, E., Erhardt, R., Harnett, J. E., Vigar, V., & Steadman, K. J. (2023). Efficacy of a prebiotic formulation for treatment of functional constipation and associated gastrointestinal symptoms in adults: A randomised controlled trial. *Advances in Integrative Medicine*, 10(2), 43–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aimed.2023.05.001>
- Swanson, K. S., Gibson, G. R., Hutkins, R., Reimer, R. A., Reid, G., Verbeke, K., Scott, K. P., Holscher, H. D., Azad, M. B., Delzenne, N. M., & Sanders, M. E. (2020). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 17(11), 687–701. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-0344-2>
- Tripathi, M. K., & Giri, S. K. (2015). Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of functional foods*, 9, 225–241.
- Turati, F., Concina, F., Bertuccio, P., Fiori, F., Parpinel, M., Garavello, W., Crispo, A., Libra, M., Negri, E., Serraino, D., & La Vecchia, C. (2023). Prebiotics and the risk of upper digestive tract and stomach cancers: the PrebiotiCa study. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jand.2023.07.008>
- Wachholz, P. A., Villas Boas, P. J. F., & Vidal, E. I. O. (2013). Effects of symbiotic food consumption in diabetic patients. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 32(6), 1082. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2013.07.015>
- WGO. (2023). Guía Práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología: Probióticos y prebióticos. En *Directrices mundiales de la Organización Mundial de Gastroenterología: Probióticos y prebióticos* (p. 55).
- Yamashiro, Y. (2021). Probiotics to Prebiotics and Their Clinical Use. En *Reference Module in Biomedical Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818731-9.000162-2>



# SEMINARIOS MULTIDISCIPLINARIOS DE DIVULGACIÓN

El **Seminario Multidisciplinario del IPN-CICATA Querétaro** ha llegado a ser un importante ciclo de conferencias para difundir e intercambiar ideas originales y de divulgación a nivel institucional, nacional e internacional. Esto se ha logrado en gran medida por la eficiente difusión en redes sociales y la transmisión de cada conferencia en vivo vía nuestro canal de YouTube. Como es bien sabido, la actividad de difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología es un complemento importante a la investigación pues abre la puerta a nuevas ideas (innovación) y crea un espacio donde las nuevas generaciones de científicos (estudiantes) tienen un punto de encuentro con expertos en diferentes áreas. Cabe resaltar aquí, el perfil multidisciplinario de varias de las conferencias de nuestro Seminario del IPN-CICATA Querétaro, así como su proactividad al contacto directo con el sector empresarial y el impacto de estos elementos en la sociedad local y nacional.

Dr. Juan Ignacio Rodríguez Hernández.  
Coordinador del Seminario de Divulgación Multidisciplinario,  
Semestre A23.



### **“La comunidad como rebelión”**

Dra. Lorgia García Peña, Mellon Associate Professor, Department of Studies in Race, Colonialism and Diaspora.

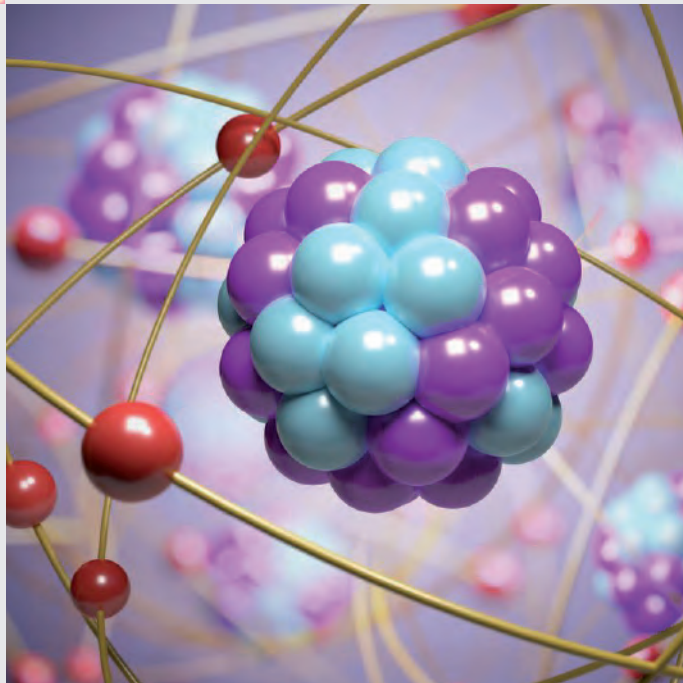
4 de abril 2023

En esta plática la Dra. Lorgia García Peña, nos platica de su libro donde plasma experiencias de racismo a las que se ha enfrentado en el ámbito educativo.

### **“El modelo estándar de partículas”**

Dr. Eduardo Morales Sánchez, Profesor – Investigador del IPN-CICATA Querétaro.  
18 de abril 2023

En este seminario se expone parte del trabajo del Dr. Eduardo Morales Sánchez, acerca del modelo estándar de partículas que es una teoría fundamental en la física que describe las partículas elementales y las fuerzas que actúan entre ellas. Este modelo se basa en tres familias de partículas: quarks, leptones y bosones mediadores.



### **“¿Dónde estamos y hacia dónde vamos? Una breve historia del mañana de la inteligencia artificial”**

Dr. Juan Ramón Terven Salinas, Profesor – Investigador del IPN-CICATA Querétaro.  
25 de abril 2023

El futuro de la inteligencia artificial promete avances emocionantes, como la creación de sistemas aún más inteligentes, la automatización de tareas complejas y la revolución en la atención médica y la toma de decisiones empresariales.

Sin embargo, también surgen desafíos éticos y preocupaciones sobre el impacto social y laboral de la IA, lo que nos lleva a reflexionar sobre cómo guiar esta tecnología hacia un futuro más prometedor y equitativo.



## **“Revelando la calidad del aire en Querétaro, México: innovación en la detección de partículas y microplásticos”**

Dr. Edgar Arturo Chávez Urbiola, Profesor – Investigador del IPN-CICATA Querétaro.  
2 de mayo 2023

Gracias a la innovación en la detección de partículas y microplásticos, se obtiene una comprensión más precisa de la contaminación del aire en Querétaro. Esto permite tomar medidas más efectivas para proteger la salud pública y el medio ambiente.

## **“Retos prácticos de una producción sustentable”**

M.C. Gabriela Lucas Deecke, asesora en proyectos especiales para el grupo ecológico Sierra Gorda. 9 de mayo 2023

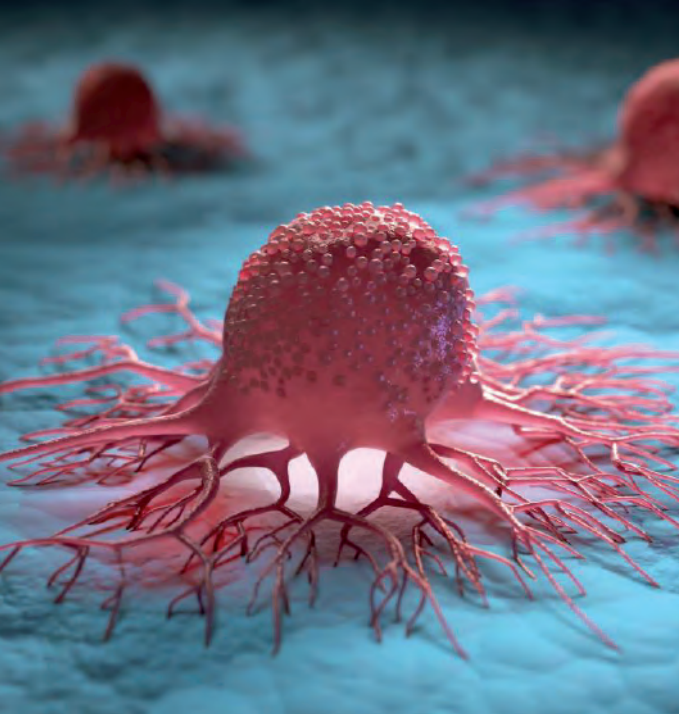
Los retos prácticos de una producción sustentable son fundamentales para abordar la creciente preocupación por el impacto ambiental y social de la industria. Abordar estos retos prácticos es esencial para lograr una producción más responsable y sostenible, lo que beneficiará tanto al medio ambiente como a la sociedad en general.



## **“El modelo de cámara oscura y su rol en visión artificial”**

Dr. Pablo Vera Alfaro, Profesor - Investigador del IPN-CICATA Querétaro.  
16 de mayo 2023.

La comprensión del modelo de cámara oscura es fundamental para la calibración de cámaras, la detección de puntos clave en imágenes y la reconstrucción tridimensional, contribuyendo significativamente al avance de aplicaciones como la visión por computadora y la realidad aumentada.



## “La autofagia como un mecanismo protector para la sobrevivencia de células cancerosas (efecto de compuestos de origen animal)”

Dra. Blanca Estela García Pérez, Profesora - Investigadora de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. 23 de mayo 2023. La autofagia, un proceso celular de reciclaje y degradación de componentes celulares, ha emergido como un mecanismo protector en el contexto de células cancerosas. La comprensión de cómo los compuestos de origen animal modulan la autofagia en células cancerosas es un área activa de investigación que podría tener implicaciones en el desarrollo de terapias dirigidas contra el cáncer.

## “Recubrimientos Comestibles: una alternativa de conservación para productos hortofrutícolas frescos.”

Dra. Teresita Arredondo Ochoa, investigadora pos-doctoral del IPN-CICATA Querétaro. 30 de mayo 2023

Esta tecnología prometedora ofrece una opción sostenible y amigable con el medio ambiente para la preservación de alimentos frescos, reduciendo la necesidad de envases y conservantes químicos. Su aplicación está en constante desarrollo y podría desempeñar un papel importante en la reducción del desperdicio de alimentos.



## “El potencial de los polímeros naturales en la biorremediación de agua”

Dra. Brenda Lidia Contreras Jiménez, investigadora pos-doctoral del IPN-CICATA Querétaro. 6 de junio 2023

La utilización de polímeros naturales en la biorremediación no solo ofrece una alternativa sostenible a los métodos convencionales, sino que también abre nuevas posibilidades para abordar los desafíos de la contaminación del agua a nivel global.



## “Aplicación de métodos de encapsulación de ingredientes activos en la industria alimentaria”

Dra. Amira Daniela Calvo López, Docente en el Tecnológico de Monterrey e investigadora pos-doctoral del IPN-CICATA Querétaro.  
13 de junio 2023

La aplicación de métodos de encapsulación de ingredientes activos en la industria alimentaria es una tendencia en crecimiento. Estos métodos permiten la protección y liberación controlada de sustancias beneficiosas en alimentos.

## “Examen Comercial y vigilancia tecnológica: Autenticación de dispositivos por huellas digitales de radiofrecuencia, Optimizador de energía de baterías para bicicletas eléctricas”

M.T.A. Pablo Ricardo López Moreno,  
Ing. René Francisco Santana Cruz, estudiantes  
del IPN-CICATA Querétaro.  
20 de junio 2023

Bajo la premisa de quienes deseen convertirse en generadores y comercializadores de tecnología, deben entender que cualquier tecnología que se genera y quiera transferir, se enfrentará a mercado, clientes, usuarios, demanda, tecnologías competidoras o sustitutas, empresas competidoras, empresarios e inversionistas; se presentan los resultados de dos proyectos de tesis de estudiantes del Posgrado en Tecnología Avanzada (PTA) del CICATA QUERÉTARO.



# EGRESADOS

## ABRIL - JUNIO 2023

### PREDOCTORAL

22/05/2023

MIGUEL ANTONIO CARAVEO CACEP

“Diseño de un Coprocesador Criptográfico Integrado en un SoC para el Procesamiento de Datos de Sensores de Calidad del Aire”

Directores:  
Dr. Antonio Hernández Zavala  
Dr. Rubén Vázquez Medina



# EVENTOS

## IPN - CICATA QUERÉTARO

PRIMER

### Simulacro Nacional 2023

19 de abril del 2023

El IPN-CICATA Querétaro se une a la realización del Primer Simulacro Nacional 2023, con la finalidad de que la comunidad se encuentre preparada en caso de algún sismo.



EVENTO

### Conmemorativo del 87 Aniversario del IPN

19 de mayo del 2023

La comunidad del IPN-CICATA Querétaro celebra el 87 aniversario del IPN con una charla en la que algunos de los decanos del instituto compartieron sus experiencias trabajando en la institución. Al finalizar, se llevó a cabo un evento musical.





PARTICIPACIÓN DEL IPN-CICATA QRO EN LA  
**ExpoPosgrados 2023 del IPN**  
29 y 30 de mayo del 2023

Investigadores de nuestro centro asistieron a la ExpoPosgrados 2023 del IPN para presentar algunos de los proyectos que se llevan a cabo en nuestras instalaciones y atraer a estudiantes interesados en cursar posgrados.

FERIA DE  
**Residencias Profesionales ITQ**  
7, 8 y 9 de junio del 2023

Representantes del IPN-CICATA Querétaro fueron invitados a la Feria de Residencias Profesionales del ITQ para brindar orientación sobre las residencias profesionales y los procedimientos para llevarlas a cabo en nuestro centro a todos los egresados del ITQ.



# 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

## SOLICITUD DE DONATIVO

Los aspirantes a ingresar al programa académico deberán cubrir el monto correspondiente al proceso de admisión.

Los aspirantes admitidos deberán formalizar su inscripción al programa sin pago obligatorio alguno, pero con la posibilidad de realizar la aportación voluntaria como donativo por apertura de expediente a la cuenta que les sea indicada por la unidad académica correspondiente. Las cuentas de captación de donativos deberán corresponder a las instancias del Instituto Politécnico Nacional facultadas para el efecto

## BECAS

Los alumnos aceptados podrán ser postulados a una Beca CONAHcyT 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.

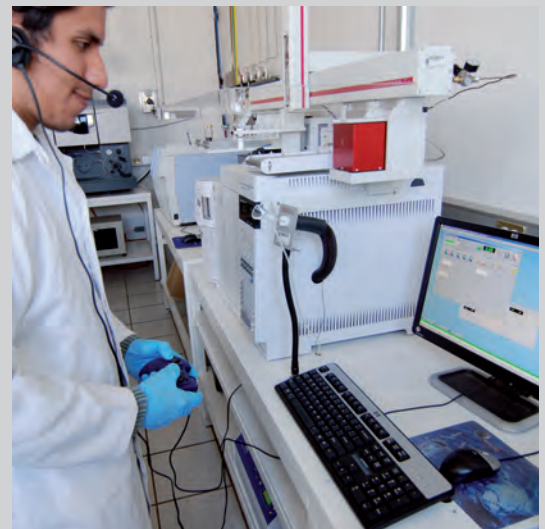
Los interesados podrán consultar la página [www.cicataqro.ipn.mx](http://www.cicataqro.ipn.mx), escribir a [posgradoqro@ipn.mx](mailto:posgradoqro@ipn.mx) o solicitar informes con la Lic. Araceli Guadalupe Vargas Fuentes a los teléfonos +52 (55) 5729-6000 y +52 (55) 5729-6300 extensiones 81016 o 81050 del Departamento de Posgrado. El CICATA-IPN Unidad Querétaro se encuentra en Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatarío, Querétaro, Qro. C.P. 76090.

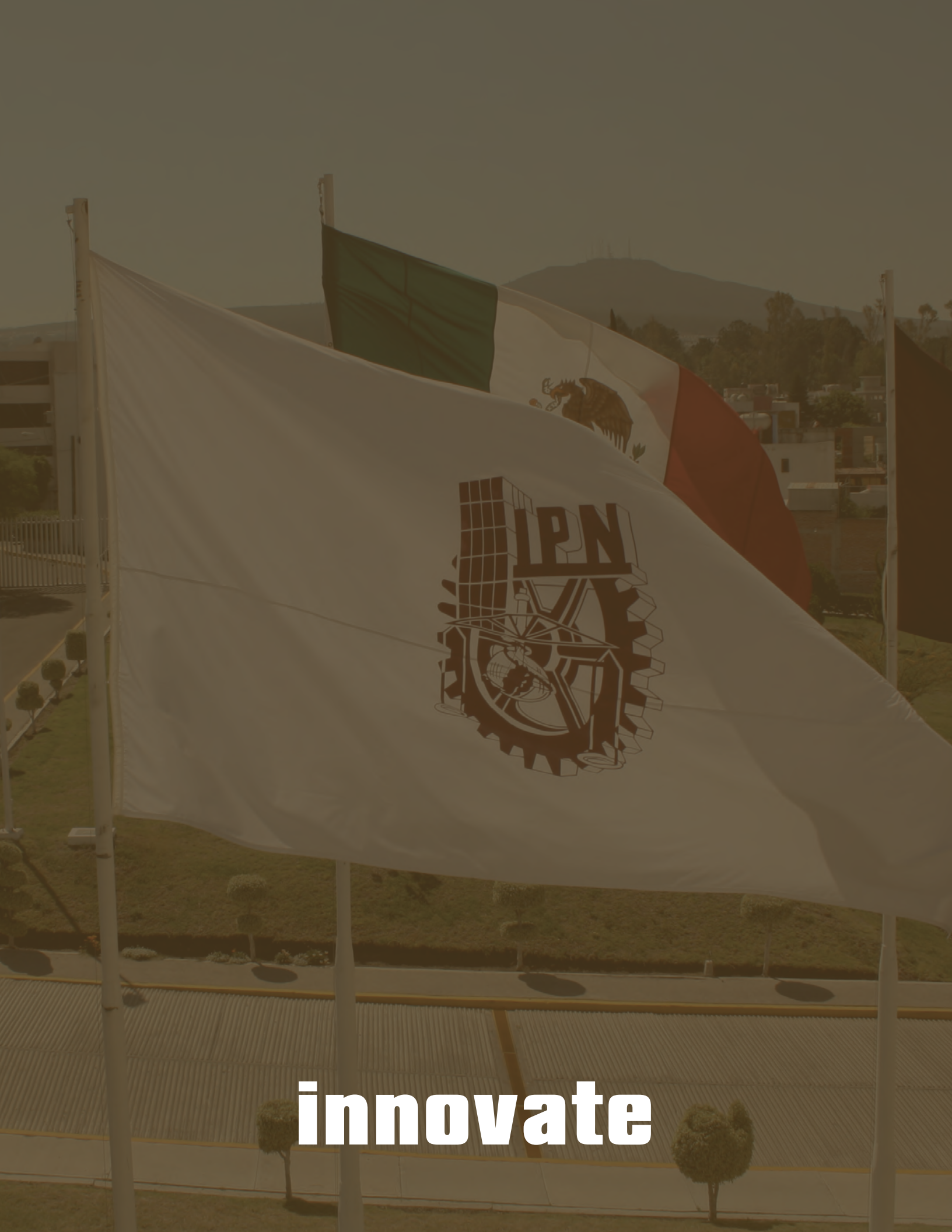
\*Registro en la Dirección General de Profesiones de la SEP:

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](http://www.posgrado.ipn.mx/Paginas/Normatividad.aspx)





**innovate**