



Instituto Politécnico Nacional
Centro de Desarrollo de Productos Bióticos



MEMORIAS DEL SEMINARIO DEL PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN NUTRICIÓN Y ALIMENTOS FUNCIONALES DEL CEPROBI-IPN

2024

Cintillo Legal:

Memorias del seminario del programa de especialidad en nutrición y alimentos funcionales del CEPROBI-IPN, año 3, vol 3, Enero 2024 publicación anual, editada por el Instituto Politécnico Nacional a través del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI), Carretera Yautepec-Jojutla, Km. 6, calle CEPROBI No. 8, Col. San Isidro, Yautepec, Morelos, México. C.P. 62731, Apartado Postal 24. ceprobi@ipn.mx. Teléfonos: (735) 394 2020, 394 1896, (55) 57 29 60 00 Ext. 82500/82505 <https://www.ceprobi.ipn.mx/estudiantes/memorias-enaf.html>. Editor responsable: Dr. Javier Villanueva Sánchez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2023-012512274800-102, ISSN en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Coordinador de la Especialidad en Nutrición y Alimentos Funcionales del CEPROBI, Dr. Javier Villanueva Sánchez, Carretera Yautepec-Jojutla, Km. 6, calle CEPROBI No. 8, Col. San Isidro, Yautepec, Morelos, México. C.P. 62731, Apartado Postal 24, fecha de la última modificación 22 de enero del 2025.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos de la publicación sin previa autorización del IPN.

PRESENTACIÓN

La Especialidad en Nutrición y Alimentos Funcionales (ENAF), es un programa de estudios de nivel Posgrado, aprobado por el Consejo General Consultivo del Instituto Politécnico Nacional con fecha 18 de septiembre de 2015. Realiza sus actividades en las instalaciones del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos desde agosto de 2016. Cuenta con registro 005369 en el Sistema Nacional de Posgrados (SNP) como programa profesionalizante (Categoría 3).

El programa de estudios tiene como objetivo formar especialistas en las siguientes líneas: desarrollo y utilización de alimentos funcionales, estudio de la biodisponibilidad de nutrientes y aspectos de alimentación y nutrición basados en la evidencia científica para la práctica profesional. Estos especialistas estarán capacitados para contribuir a la solución de los problemas nutricionales del país.

El Seminario del Programa de Especialidad en Nutrición y Alimentos Funcionales del CEPROBI-IPN es un espacio destinado a la reflexión, colaboración y conexión entre profesores, estudiantes, expertos e investigadores invitados tanto del ámbito disciplinario como de áreas relacionadas. Este evento desempeña un papel crucial en la construcción del perfil que distingue al egresado en este campo.

Este evento se lleva a cabo de manera anual, programado durante el segundo semestre del plan de estudios de la ENAF. Además de su propósito original, se ha convertido en una plataforma de divulgación de los avances en ciencia y tecnología aplicadas a la nutrición, los alimentos y la salud.

Las "Memorias del Seminario del Programa de Especialidad en Nutrición y Alimentos Funcionales del CEPROBI-IPN (2024)", sin excepción, se han elaborado con el propósito de ofrecer una visión integral de las contribuciones y avances significativos, de investigación y aplicación del conocimiento, generados durante este año.

En esta ocasión, se destacan los trabajos originales y las semblanzas curriculares proporcionados por los profesores del cuerpo académico. Estas contribuciones incluyen y trascienden en gran medida la estructura curricular y el ámbito profesional delineado en el perfil de egreso del programa de estudios de Especialidad. Las valiosas aportaciones enriquecerán las perspectivas de la disciplina.

Con estos proyectos, se ha podido evidenciar el impacto positivo que han tenido en la productividad de las líneas de investigación y en la aplicación del conocimiento asociados al programa de estudios. Estos logros no sólo subrayan el compromiso y la dedicación de nuestros profesores, sino que también destacan la relevancia de la formación recibida en el programa.

En conjunto, estas memorias reflejan el éxito y la trascendencia del Seminario del Programa de Especialidad en Nutrición y Alimentos Funcionales del CEPROBI-IPN en el año 2024, así como el continuo avance y contribución de nuestra comunidad académica al campo de la nutrición y los alimentos funcionales.

Dr. Javier Villanueva Sánchez

Coordinador de la ENAF

COMITÉ ORGANIZADOR

Dr. Javier Villanueva Sánchez
Dr. Carlos López González
Dra. Rosalía América González Soto
M. en C. Araceli Solano Navarro

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Javier Villanueva Sánchez
M. en C. Araceli Solano Navarro

DISEÑO GRÁFICO

Ing. Roberto Selvas Mejía
Lic. Luis Michel Sánchez García
Lic. Fabián Valente Otero Ríos

ÍNDICE

Sección I PROYECTOS

Titulo*	Página
Innovaciones en plásticos comestibles: transformando la industria alimentaria..... .	5
Manejo inocuo en la elaboración de alimentos funcionales procesados	9
Generación de un portal web basado en tecnologías educativas y el aprovechamiento de vegetales endémicos para la promoción de la alimentación sostenible.....	17
Inseguridad alimentaria, sobrepeso y obesidad, y riesgo metabólico en niños y adolescentes: Desafíos para el desarrollo de alimentos funcionales.....	23

* El contenido de la información es responsabilidad de los autores.

Sección I PROYECTOS

INNOVACIONES EN PLÁSTICOS COMESTIBLES: TRANSFORMANDO LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

*Dra. Rosalía América González Soto, Dr. Carlos López González y Dr. Emmanuel Flores Huicochea

Departamento de Desarrollo Tecnológico

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6608-1219>; rsoto@ipn.mx

Resumen

Actualmente, muchos alimentos se venden empaquetados para protegerlos de contaminantes como microorganismos, polvo y humedad, así como para evitar daños mecánicos y facilitar su manipulación, transporte e identificación. El empaque preserva la calidad del alimento desde su origen hasta el lugar de consumo, permitiendo que los alimentos estén disponibles en cualquier momento y lugar. Sin embargo, la mayoría de estos empaques están hechos de plásticos derivados del petróleo, los cuales tardan siglos en biodegradarse y contaminan el medio ambiente. Por ejemplo, se ha calculado que el plástico PET, del cual están elaboradas las botellas de agua, tarda 1000 años en biodegradarse; y una bolsa de plástico común unos 150 años. Además de los empaques para alimentos, muchos otros productos de un solo uso, como popotes, vasos, platos, cucharas, etc., también están hechos de estos plásticos y son desechados después de un uso breve.

Palabras clave

Plásticos comestibles, empaques para alimentos, contaminación por plásticos, biomoléculas.

Desarrollo del tema

Islas de plásticos flotando sobre el mar

La baja degradación de los plásticos derivados del petróleo ha tenido repercusiones en el medio ambiente; de tal manera que su acumulación se ha convertido en un enorme problema global de contaminación. Actualmente hay más de 150 millones de toneladas de plásticos flotando en los océanos, y cada año alrededor de 11 millones de toneladas de plásticos terminarán en el mar. Hoy se sabe de 7 islas de plásticos que flotan en los océanos del mundo, siendo la más grande, descubierta hace más de dos décadas, la mancha del Océano Pacífico, que tiene una extensión de 1.6 millones de km². Si esta tendencia continúa, se calcula que para el año 2050, los océanos podrían tener más plásticos que peces, teniendo devastadoras consecuencias en la vida marina, el clima, la economía y la salud humana. Los productos de plástico de un solo uso representan casi el 50% de los desechos plásticos que se encuentran en el medio marino.

¿Qué se puede hacer?

El creciente reclamo social, impulsado por una mayor conciencia ecológica y el acceso a la información, exige reemplazar los plásticos derivados del petróleo por materiales menos

contaminantes. Tanto científicos, como productores de plástico, han sido presionados para encontrar alternativas menos dañinas al ecosistema. Como respuesta, se han desarrollado materiales plásticos a partir de polímeros naturales, que pueden biodegradarse rápidamente. Los envases comestibles, hechos de estos polímeros representan una alternativa ecológica al envasado de alimentos.

¹ Un polímero es una molécula de gran tamaño en la que una unidad molecular básica se repite muchas veces.

¿Comer el empaque del alimento es posible?

La naturaleza ya inventó a los empaques comestibles; las cáscaras de los cereales, frutas y verduras son ejemplos de ellos. Los empaques comestibles no naturales buscan mantener la calidad de los alimentos y prolongar su vida útil, al mismo tiempo que reducen residuos sólidos contaminantes. Su principal ventaja es formar parte del producto; pudiendo eliminar la necesidad de desempaquetarlo. Existen tres tipos de materiales comestibles: i) Recubrimientos muy finos que pueden formarse al ser asperjados en forma líquida sobre el alimento; ii) hojas delgadas que pueden ser usadas como envolturas y iii) láminas más gruesas que pueden formar empaques o contenedores. Un empaque comestible tiene que ser digerible por la persona que lo coma y no causarle daño; pero si además es nutritivo, saludable y tiene sabor agradable, sería mejor. Estos materiales pueden elaborarse a partir de polímeros naturales de plantas o animales; que tengan calidad alimentaria, como polisacáridos, proteínas o lípidos.

Materiales plásticos hechos con polisacáridos

Los polisacáridos son polímeros naturales, no tóxicos, comestibles y abundantes en la naturaleza, están formados por la unión de miles de moléculas de azúcares simples como la glucosa. Se obtienen de diversas fuentes; dentro de los de origen vegetal están el almidón, el cual se encuentra presente en muchos de los alimentos que comemos, como las papas y el maíz; la celulosa que se obtiene de partes de las plantas como tallos y hojas y la pectina que se extrae de frutos como la manzana o los cítricos. Otros polisacáridos son de origen animal, como la quitina que se extrae del caparazón de los camarones o cangrejos. Pueden también extraerse de algas marinas, como el alginato o la carragenina y también hay polisacáridos producidos por bacterias como el pululano y el xantano. Los materiales comestibles hechos con todos estos polisacáridos tienen buenas características de resistencia mecánica, y ofrecen protección contra el oxígeno, no obstante, son muy sensibles a la humedad y al contacto con el agua se deterioran, pero añadiendo en su composición sustancias como ceras y aceites, esta característica disminuye. Destacan los materiales desarrollados a partir del almidón, por ser particularmente barato y abundante, aunque tienden a ser duros y quebradizos, al añadir plastificantes se mejora su flexibilidad. Otra alternativa es mezclar el almidón con otros polímeros naturales o sintéticos.

Proteínas para formar materiales plásticos

Las proteínas son polímeros naturales, formados por la repetición de unidades más pequeñas llamadas aminoácidos. Existen diferentes tipos de aminoácidos, los cuales se unen para formar grandes moléculas de proteína con diversas estructuras y propiedades. Las proteínas y sus aminoácidos se encuentran en muchos alimentos que comemos, como huevo, leche, carne, cereales y leguminosas. Y también se han utilizado para elaborar materiales comestibles, por ejemplo: La zeína,

una proteína del maíz; la proteína de la soja; el colágeno obtenido de pieles de animales y las proteínas de la leche son algunas de ellas, y han mostrado excelentes propiedades formadoras de recubrimientos y envolturas comestibles. No obstante, a pesar de que poseen propiedades mecánicas satisfactorias, al igual que los materiales elaborados con polisacáridos son muy sensibles a la humedad. La adición de grasas, plastificantes o la modificación química de su estructura puede mejorar las propiedades de estos materiales. El colágeno es la materia prima más explotada para elaborar envases de polímeros naturales, debido a su capacidad para formar películas con buena barrera al oxígeno.

Lípidos como películas comestibles

Los lípidos son un grupo extenso de moléculas, cuya característica principal es que no se disuelven en agua. Los lípidos incluyen a las grasas, los aceites, las ceras, y algunas vitaminas y hormonas. Como se mencionó antes, este grupo de compuestos se usan en mezcla con polisacáridos y proteínas para mejorar las propiedades de los materiales y disminuir su sensibilidad al agua. Pero, además, algunos lípidos como las ceras son utilizados para recubrir frutos como manzanas, limones, chiles y jitomates ya que proporcionan brillo y transparencia y son una barrera para el agua y el oxígeno, retardando el deterioro de los frutos. Las ceras comestibles pueden extraerse de plantas y animales y de la cera de abeja.

Materiales compuestos

Se le llama material compuesto a la combinación de dos o más materiales con características diferentes, para formar uno nuevo con características superiores. Se han elaborado materiales compuestos a partir de la combinación de diferentes polisacáridos, proteínas y lípidos, con el objetivo de buscar plásticos comestibles que sean más resistentes, menos sensibles al agua y con buenas propiedades de barrera a los gases, se utilizan también mezclas de otros compuestos como los plastificantes para mejorar la flexibilidad; los emulsionantes para reducir la tensión evitar una separación de fases. Incluso se ha utilizado la adición de fibras o nanopartículas como elementos de reforzamiento para mejorar la resistencia y permeabilidad. También se han incorporado agentes antimicrobianos para reducir o prevenir la degradación del alimento. Pero no sólo eso; los empaques comestibles podrían ser un vehículo para la adición de antioxidantes, vitaminas o compuestos bioactivos que mejoren el estado nutricional de quien los consume.

Conclusiones

Los plásticos derivados del petróleo poseen características que los hacen adecuados para una amplia gama de aplicaciones, debido a su durabilidad, resistencia y versatilidad. Uno de los retos más importantes en la elaboración de materiales comestibles y/o biodegradables, ha sido obtener materiales lo suficientemente resistentes que puedan sustituirlos. Así mismo, los costos de manufactura y distribución, la disponibilidad de materias primas, adaptación de procesos de elaboración y la aceptación por parte de los consumidores. Son aún pocos los fabricantes que han desarrollado materiales de embalaje comestibles: Montrose Hauser Co., Inc. USA, desarrolló Certicoat®, un recubrimiento a base de cera y aceite vegetal altamente estable que proporciona brillo y resistencia a la humedad, aplicado para proteger los productos de confitería. Mejorat Portugal, un fabricante portugués, lanzó BioNutriCoat para queso, pastelería y carne. Lodders Croklaan Netherland,

el fabricante holandés, lanzó Durkex 500 al mercado como una capa protectora para frutas secas y nueces, mejorando el brillo de los productos alimenticios. Por otro lado, los empaques comestibles deben cumplir con las normativas de inocuidad internacionales y locales, esto incluye agregar información nutricional del empaque y sobre todo demostrar su seguridad. Estos desafíos no reducen la motivación de mejorar nuestro entorno y calidad de vida, así como proteger el medio ambiente; ya que, si los empaques de los alimentos además de no contaminar son agradables, nutritivos y saludables, pueden ser muy atractivos para el consumidor.

Referencias bibliográficas

1. Wu, Y., Wu, H. & Hu, L. Recent Advances of Proteins, Polysaccharides and Lipids-Based Edible Films/Coatings for Food Packaging Applications: a Review. (2024) *Food Biophysics* **19**, 29–45 . <https://doi.org/10.1007/s11483-023-09794-7>
2. Moura-Alves, M., Esteves, A., Ciríaco, M., Silva, J. A., & Saraiva, C. (2023). Antimicrobial and Antioxidant Edible Films and Coatings in the Shelf-Life Improvement of Chicken Meat. *Foods*, *12*(12), 2308. <https://doi.org/10.3390/foods12122308>
3. Janowicz, M., Galus, S., Ciurzyńska, A., & Nowacka, M. (2023). The Potential of Edible Films, Sheets, and Coatings Based on Fruits and Vegetables in the Context of Sustainable Food Packaging Development. *Polymers*, *15*(21), 4231. <https://doi.org/10.3390/polym15214231>

SEMBLANZA CURRICULAR

Dra. Rosalía América González Soto

Ingeniera en Alimentos Marinos por el Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz; con Maestría y Doctorado en Ciencias con Especialidad en Alimentos por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Recibió el premio a la mejor tesis de posgrado del IPN en 2006. A la fecha ha dirigido 18 proyectos de investigación, tiene estudiantes graduados de Licenciatura (9), Especialidad (3), Maestría (3) y Doctorado (2), tiene 23 artículos indizados, 1 patente, 3 capítulos de libros, 564 citas a publicaciones con un índice h de 14, según Scopus. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I) desde 2007. Es miembro activo del Colegio Mexicano de Ingenieros Bioquímicos, A.C. y ha pertenecido como miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C. Inició su carrera como docente en la Escuela Nacional de Ciencias Biológica y actualmente es Profesora titular “C” del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional; participa en los Programas de posgrado del Doctorado en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos, la Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos y la Especialidad en Nutrición y Alimentos Funcionales. Su principal interés científico ha sido el estudio y aprovechamiento de los polisacáridos, las líneas de investigación desarrolladas han sido: - La obtención y caracterización de nanopartículas a partir de polisacáridos. -La elaboración de nanocompositos a partir de polisacáridos y diferentes nanocargas para su aplicación como películas biodegradables. -Así como, la modificación y caracterización funcional y fisicoquímica del almidón y sus derivados, para la aplicación como ingredientes funcionales.

MANEJO INOCUO EN LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS FUNCIONALES PROCESADOS

Dr. Carlos López González* y Dra Rosalía América González Soto
Departamento de Desarrollo Tecnológico

**ORCID: 0009-0002-0163-4622. clopezgo@ipn.mx*

Resumen

Los alimentos saludables, y en especial los alimentos considerados funcionales porque además de alimentar y nutrir, tienen una o más cualidades que ayudan a preservar la salud de las personas, no deben causar daño a quien los consume por la presencia de materiales y sustancias químicas ajenos al alimento y/o por la presencia de microorganismos patógenos. El elaborador de alimentos funcionales deberá tener en cuenta en el momento de diseñar su propuesta alimenticia la aportación beneficiosa a la salud de ésta, las transformaciones que sufren los ingredientes durante el proceso y la garantía de inocuidad para quien la consume. Lo antes dicho implica que el procesador deberá conocer ampliamente y mantenerse actualizado en los temas de la normatividad aplicable en materia de inocuidad alimentaria, los alcances de ésta, y en el impacto que tiene el cumplimiento de las reglas en el éxito de la propuesta.

Palabras clave

Alimentos funcionales, Inocuidad, Normatividad

Desarrollo del tema

El procesador de cualquier alimento, pero en especial de los alimentos que son saludables, debe garantizar que el consumidor no se enfermará al ingerir el alimento que le ofrece por circunstancias ajenas a la funcionalidad de ostente: sería una contradicción o un despropósito. Por lo tanto, las acciones que deberá tomar son las mismas que cualquier procesador de alimentos en materia de inocuidad alimentaria: cumplimiento de prerrequisitos y análisis de riesgos y puntos críticos de control (ARPC), como mínimo, y alguna certificación global en inocuidad, si es que pretende llevar sus productos al extranjero (Figura 1).

En la transformación de los alimentos hay siempre peligros y riesgos de que éstos se contaminen. La gestión en la inocuidad pretende disminuir estos riesgos, aunque los peligros no desaparezcan (Figura 2). Un *Peligro* (Hazard en inglés) es “La amenaza a la Integridad de las cosas o las personas”. La Food and Agriculture Organization (FAO, 2024) lo define como **Peligro**: Agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud.

OBJETIVO PRINCIPAL: PROTEGER AL CONSUMIDOR GARANTIZANDO LA SANIDAD Y SERGURIDAD DE LOS ALIMENTOS

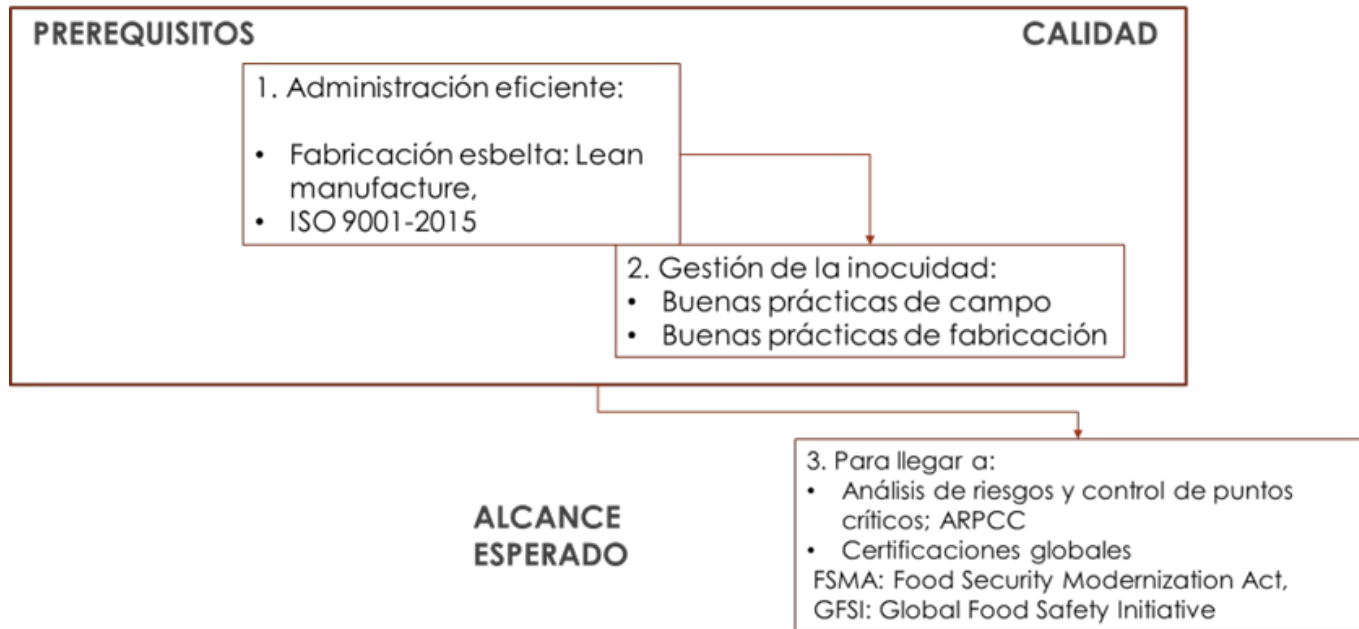


Figura 1. Enfoque de la gestión de la inocuidad para el procesador de alimentos funcionales. (Fuente: diseño propio)

Por otro lado, un *Riesgo* (Risk en inglés) es “La posibilidad de que la amenaza se cumpla”; la FAO lo define como **Riesgo**. Función de la probabilidad de un efecto nocivo para la salud y de la gravedad de dicho efecto, como consecuencia de un peligro o peligros en los alimentos.

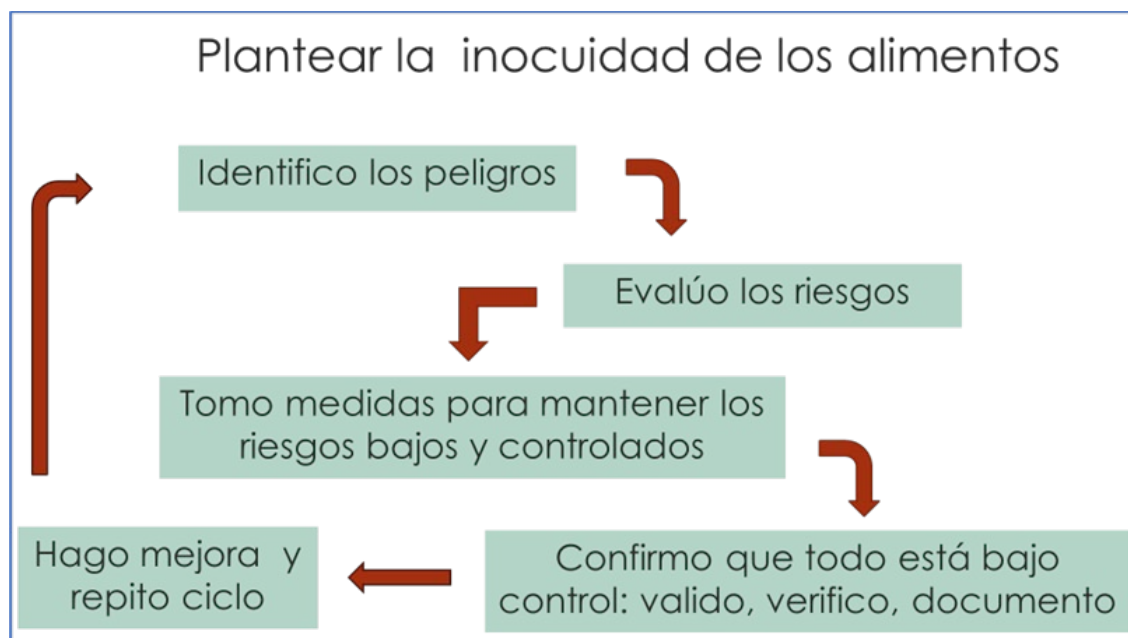


Figura 2. Gestión de los peligros y riesgos en el proceso de elaboración de alimentos (Fuente: propia)

Por ejemplo, la posibilidad de que una materia prima, como la harina de maíz, contenga micotoxinas generadas en un almacenamiento deficiente está latente. Sin embargo, la tarea del procesador es asegurar que esta harina contaminada no se use en su proceso. En otro ejemplo, una persona manipuladora de los alimentos, colaboradora de la organización, podría cursar una enfermedad gastrointestinal infecciosa. El procesador del alimento deberá detectar a tiempo esta circunstancia y evitar que este sujeto manipule alimentos por el alto riesgo de contaminarlos.

Es importante destacar que la gestión de la inocuidad, también llamada “cultura de la inocuidad de los alimentos” se basa en la prevención. Generalmente, cuando ha ocurrido una contaminación en un alimento procesado no hay vuelta atrás y ese alimento deberá ser retirado del alcance del consumidor y ser destruido. Las consecuencias de estas situaciones son muy costosas: posible daño a la salud del consumidor, sanciones económicas al procesador por la autoridad sanitaria, costos de producción elevados, desprestigio de la organización, entre otras.

La prevención en el tema de la inocuidad alimentaria radica en la implementación (o implantación) de sistemas de gestión basadas en la ejecución armónica de las tareas que contribuirán a disminuir los riesgos de las garantías de inocuidad. Se puede definir entonces que la “Garantía de Inocuidad” en un alimento procesado sería el conjunto de objetivos o acciones que, una vez realizados, aseguran que el alimento contará con el nivel de protección que se propuso y que cumple a su vez con los requisitos de la autoridad sanitaria. Estas acciones están definidas como prerrequisitos y requisitos de inocuidad.

La Norma Oficial Mexicana **NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, (DOF, 2008)** menciona en un párrafo del Apéndice A del sistema ARPCC sobre los prerrequisitos. lo siguiente: ***“DIRECTRICES PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE HACCP. Antes de aplicar el sistema de HACCP a cualquier sector de la cadena alimentaria, es necesario que el sector cuente con programas, como buenas prácticas de higiene, conforme a los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex, los Códigos de Prácticas del Codex pertinentes, y requisitos apropiados en materia de inocuidad de los alimentos. Estos programas previos necesarios para el sistema de HACCP, incluida la capacitación, deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento, y haberse verificado adecuadamente para facilitar la aplicación eficaz de dicho sistema”.***

Entre los prerrequisitos más comunes están:

1. Gestión administrativa. La organización (empresa o negocio) debe tener una gestión de sus operaciones lo más eficiente posible. Por ejemplo, el reclutamiento de personal no calificado, los errores de gestión cometidos por entregas a destiempo, la gestión financiera deficiente, la gestión deficiente del mantenimiento de infraestructura, herramientas y equipo, etc. puede tener consecuencias en la calidad e inocuidad de materias primas y la transformación de los materiales, que aumenten el riesgo de contaminación del alimento procesado (Figura 3).

Prerrequisitos para los procesadores, distribuidores y elaboradores de alimentos

1. Organización administrativa interna adecuada y armonizada, de preferencia basada en la última versión de las normas ISO (ISO 9001-2015)

- Compromiso de la dirección
- Hacer las cosas en tiempo y forma
- Asegurar que el personal sabe lo que hace
- Documentar directrices, políticas y procedimientos
- Desarrollar políticas, procedimientos de todas las actividades y llevar registros de toda la información relevante (control documental)
- Mejora continua y calidad total (minimizar y aprender de los errores)
- Optimización de recursos y buen trato a los colaboradores, incluye proveedores
- Compromiso social y ambiental

Figura 3. Prerrequisitos administrativos y de calidad basados en las normas ISO (Fuente: Normas Internacionales ISO, 2025)

2. Buenas prácticas de campo (BPC). Generalmente, el procesador no tiene injerencia en esta etapa de producción primaria. Sin embargo, el procesador debe tener certeza del origen de sus materias primas. Hay casos en los que es necesario llevar en conjunto con el productor primario la gestión de inocuidad, haciendo acuerdos y compromisos de proveer materias primas que no vulneren la garantía de inocuidad en alimento procesado. En otros casos, se necesita que el proveedor certifique que sus productos son inocuos. La rastreabilidad del origen de las materias primas es el primer paso de la certeza en la “cadena de suministro” de materiales para la elaboración del alimento (Figura 4).

En la cadena están:

1. Los productores en el campo y los proveedores de ingredientes y materiales de empaque
2. Los proveedores del transporte de las mercancías
3. Los transformadores
4. Los distribuidores
5. Los elaboradores de alimentos
6. El consumidor

Figura 4. Agentes principales que participan en la cadena de suministro (Fuente: Propia)

3. Buenas prácticas de fabricación (BPF). La BPF son un conjunto de acciones que se realizan en el proceso de transformación del alimento que involucran las condiciones adecuadas de espacios e infraestructura para alojar el proceso productivo, servicios como el agua potable y servicios sanitarios, la capacitación del personal involucrado, la adecuada condición de herramientas y equipos, los Procedimientos Operativos Estandarizados (POEs) de limpieza y sanitización, las políticas y procedimientos de elaboración y la adecuada gestión de los registros de todas la actividades, entre otros (Figura 5). La correcta implantación de las BPF son el corazón mismo de la organización y en su conjunto son tecnología aplicada que le da valor a la organización. Así mismo, las BPF establecen normas generales y específicas que aseguran la operatividad de la organización: todas las personas involucradas en el proceso las deben conocer, hacer cumplir y participan en su elaboración, corrección y actualización.

Buenas Prácticas de Fabricación:

Prácticas de higiene recomendadas para la producción de alimentos con la finalidad de obtener productos inocuos.

Instalaciones, maquinaria, equipo, utensilios y herramientas para el proceso deberán garantizar el menor riesgo de contaminación: microbiológica, química y física (además todo funcionando correctamente: calibración y validación)

Figura 5. Buenas Prácticas de Fabricación (Fuente: propia)

Principales Requisitos

1. Análisis de riesgos puntos críticos de control (ARPC). Es la metodología sistemática y globalmente aceptada para la gestión básica de la inocuidad de los alimentos. Consiste, en resumen, en plasmar por escrito la secuencia de eventos que llevan desde la entrada a proceso de las materias primas, hasta la obtención del alimento procesado, sobre la cual se analiza en cual paso, de estos eventos, el alimento es más vulnerable o tiene mayor riesgo de ser contaminado o bien podría perder la inocuidad. Una vez detectados estos peligros críticos, se diseñan acciones para reducir el riesgo de que cada uno de ellos ocurran. Al mismo tiempo, se especifica cómo se verificará que realmente ocurra y cómo se corregirá en caso de que pase.

2. Certificaciones globales. Las certificaciones globales son métodos de gestión de la inocuidad aprobados por las autoridades sanitarias de diversos países que se apeguen a ellas y a veces son de carácter voluntario; en otros casos, son obligatorias, principalmente para quien pretenda exportar sus productos. Por ejemplo, la Global Food Safety Initiative (GFSI, 2025) es una organización internacional que presta sus servicios como Tercero Autorizado. Por otro lado, la Food

Security Modernization Act (FSMA) (FDA, 2025), es un conjunto de normas en constante actualización de la Food and Drug Administration (FDA en inglés), que deben cumplir las personas que pretendan vender sus alimentos en los Estados Unidos de Norte América (EEUU).

Normatividad en México

La Norma Oficial Mexicana (NOM) que debe cumplirse en México en materia de inocuidad para la elaboración de alimentos procesados es la **NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, y establece en su numeral 1.1. los,**

...”requisitos mínimos de buenas prácticas de higiene que deben observarse en el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios y sus materias primas a fin de evitar su contaminación a lo largo de su proceso.”

En el numeral 1.2 dice a la letra:

“Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que se dedican al proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, destinados a los consumidores en territorio nacional”.

Como se puede observar, la NOM mencionada no obliga a que el alimento que se elabore sea o no nutritivo y funcional. La autoridad sanitaria vigila que el alimento elaborado cumple con no hacer daño al consumidor por contaminación química, física o biológica. Esta NOM establece requisitos mínimos de vigilancia y funcionalidad para la inocuidad en: Instalaciones y áreas; Equipo y utensilios; Servicios; Almacenamiento; Control de operaciones; Control de materias primas; Control del agua en contacto con los alimentos; Mantenimiento y limpieza y Capacitación.

En control de operaciones cabe subrayar lo que dice en el numeral 5.5.1. sobre la obligación de implementación del ARPCC (HACCP en inglés) en cuanto a que será obligatoria su implementación cuando “... la norma oficial mexicana correspondiente al producto que se procesa en el establecimiento lo establezca,”

En el Anexo 1 de esa norma hay una guía para su implementación. La norma establece las definiciones, entre ellas: “Sistema HACCP: sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos.”

Así como los 7 principios del Sistema HACCP:

PRINCIPIO 1. Realizar un análisis de peligros.

PRINCIPIO 2. Determinar los puntos críticos de control (PCC).

PRINCIPIO 3. Establecer un límite o límites críticos.

PRINCIPIO 4. Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.

PRINCIPIO 5. Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.

PRINCIPIO 6. Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de HACCP funciona eficazmente.

PRINCIPIO 7. *Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.”*

Como se puede dar cuenta, la elaboración de alimentos procesados funcionales implica una gran cantidad de actividades para cumplir con prerrequisitos y requisitos de inocuidad y que trascienden a la aportación nutritiva y funcional del alimento. Lo anterior a su vez también implica una gran capacidad de gestión de la información y de su implantación por un equipo multidisciplinario.

Sistemas Globales de la Gestión de la Inocuidad

Existen varios sistemas globales de gestión de la inocuidad. Que son de consenso para muchos procesadores de alimentos a nivel mundial. La principal motivación de la implantación de estos sistemas está en la armonización de criterios en cada país y poder “hablar el mismo idioma” en materia de inocuidad. Lo anterior facilita el intercambio de bienes alimenticios entre entidades, da confianza y, sobre todo, implica mayores garantías de que el consumidor no verá dañada su salud al alimentarse con los productos ofrecidos.

Entre los sistemas globales de gestión de la inocuidad más conocidos, se encuentran:

1. Programa SQF (Security and Quality of Foods) (SQF, 2025), dentro de la iniciativa Global Food Safety Initiative (GFSI), consiste en un sistema de gestión y certificación de la inocuidad y la calidad Alimentaria y tiene la siguiente descripción: “SQFI lidera la industria de la Inocuidad Alimentaria con las herramientas, conexiones y educación estándares para lograr la Certificación de Inocuidad y Calidad Alimentaria, generando confianza en el consumidor y elevando marcas en todo el mundo. La Edición 9 se alinea con los últimos requisitos de evaluación comparativa de la Iniciativa Global de Inocuidad Alimentaria (GFSI) y ayuda a los productores de alimentos a seguir siendo competitivos en todos los sectores”. El SQF ofrece metodologías para certificación en el manejo inocuo de los alimentos desde la producción en campo (primaria), hasta que el alimento llega a la mesa del consumidor.
2. Normas Food Safety Modernization Act (FSMA) de la FDA de los EEUU. Son los requisitos que impone la autoridad norteamericana a través de la Agencia para las Drogas y los Alimentos (FDA en inglés) de los EEUU. Estos requisitos son obligatorios para todas aquellas personas que deseen exportar sus alimentos a los EEUU y venderlos allá. Las reglas aplican desde la producción primaria, hasta llevar los alimentos a la mesa de los consumidores.

En México el procesador de alimentos funcionales deberá entonces cumplir con las normas nacionales en materia de inocuidad y además, si quiere exportar, las normas que sean requeridas del país destino.

Conclusiones

El procesador de alimentos funcionales tiene una serie de retos que debe sortear si quiere llevar sus alimentos a la mesa de los consumidores, dentro de un sistema de inocuidad que de confianza y no ponga en grave riesgo la salud de las personas:

- a. Que la propuesta alimenticia sea realmente nutritiva y saludable. Este es el primer objetivo que tiene que lograr para que su alimento sea considerado como tal. De preferencia que estos beneficios sean respaldados por información científica.
- b. Que la propuesta alimentaria sea agradable al consumidor. Obtener un alimento que sea agradable a los sentidos y agradable implica algunas habilidades culinarias que el desarrollador deberá dominar y respaldarse de resultados científicos (preferentemente) sobre su aceptación por el público objetivo
- c. Que el alimento sea estable en el tiempo. Significa que el deterioro fisicoquímico sea muy limitado en el periodo seleccionado en el que el alimento estará disponible para el consumidor (vida útil del alimento).
- d. Que el alimento sea inocuo. El desarrollador deberá instrumentar las herramientas necesarias para lograr este objetivo, porque de eso depende en gran medida el futuro de su propuesta alimenticia
- e. Cumplir con leyes, reglamentos y normas que apliquen. Por ejemplo, el etiquetado nutrimental, que también tiene serias implicaciones legales.
- f. Que el alimento sea rentable. Significa que el alimento propuesto deberá lograr su cometido como instrumento para mantener el negocio andando. De otra manera tampoco tiene mucho futuro.

Referencias bibliográficas

1. FAO, 2024. CODEX ALIMENTARIUS. NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>
2. DOF 2008. NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>
3. ISO, 2025. International Organization for Standardization, <https://www.iso.org/home.html>
4. GFSI, 2025. Global Food Safety Initiative, <https://mygfsi.com/>
5. FDA, 2025. Food and Drug Administration, FSMA Rules and Guidance for Industry. <https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/fsma-rules-guidance-industry>
6. SQF, 2025. Safety Quality Food. <https://www.sqfi.com/>

SEMBLANZA CURRICULAR

Dr. Carlos López González

Doctor y Maestro en Ciencias en Alimentos e Ingeniero Bioquímico, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Desde el 2006 trabaja de tiempo completo en el Departamento de Desarrollo Tecnológico-CEPROBI-IPN, donde ha dirigido y participado en diversos proyectos de investigación y desarrollo tecnológico relacionados con la transformación de ingredientes alimenticios y alimentos. Desde su ingreso al CEPROBi a la fecha también presta diversos servicios al sector productivo de la industria de alimentos y químico en Morelos y en otros estados. Desde el 2017 a la fecha ha participado como profesor del cuerpo académico de “Alimentos Funcionales” y de Tecnología de Alimentos funcionales de la Especialidad en Nutrición y Alimentos Funcionales”.

GENERACIÓN DE UN PORTAL WEB BASADO EN TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS Y EL APROVECHAMIENTO DE VEGETALES ENDÉMICOS PARA LA PROMOCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN SOSTENIBLE

M. en C. Araceli Solano Navarro^{*a}, Dr. César Antonio Sáez Navarrete^b,
Dr. Javier Villanueva Sánchez^a, Dr. Leonardo Andrés Rodríguez Córdova^c

^{*a} Departamento de Nutrición y Alimentos Funcionales, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional. ^b Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos, Pontificia Universidad Católica de Chile. ^c Facultad de Ingeniería. Universidad Santo Tomás. Chile.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8841-2437>; asolano@ipn.mx

Resumen

La educación alimentaria y nutricional persigue como bien principal, lograr que los niños, adolescentes y adultos desarrollen el pensamiento crítico para poder optar por una alimentación saludable, se requiere desarrollar aprendizaje en las comunidades para que elijan las mejores opciones al momento de elaborar sus platillos. La alimentación sostenible propone hacer uso de materiales endémicos que disminuyan su transporte, incremente la disponibilidad y apertura la diversidad, así como el intercambio de alimentos entre los mismos pobladores. Una estrategia para alcanzar este desarrollo es a través del trabajo colaborativo, el cual se ve altamente beneficiado por el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC's), cuando el concepto de aprendizaje colaborativo se desarrolla en un entorno virtual, se generan oportunidades innovadoras para la colaboración, la comunicación, interacción y construcción de conocimiento.

Palabras clave

Portal web, vegetales endémicos, TIC 's, alimentación sostenible.

Desarrollo del tema

Muchos de los problemas que aquejan a nuestra sociedad pueden resolverse a partir de cuatro ejes: la educación, el aprendizaje, la alimentación y la nutrición. Estas disciplinas han generado conocimientos para mejorar los hábitos alimentarios, prevenir el desarrollo de sobrepeso y obesidad, erradicar la desnutrición, controlar los desórdenes alimentarios, promover actividad física y en general aumentar la longevidad del ser humano, pero han actuado por sí solas durante mucho tiempo (Macías et. al., 2009).

Si bien, se han logrado grandes avances, aún no es posible asegurar el éxito en ninguna de las categorías antes mencionadas. En ese sentido, resulta fundamental reflexionar acerca de la relación entre estas cuatro disciplinas con la finalidad de posibilitar el escenario más exitoso para que el trabajo multidisciplinario pueda generarse de manera sistemática y reflexiva (Galván y Amigo, 2007).

El propósito de la educación alimentaria y nutricional es lograr que los niños, adolescentes y adultos desarrollen capacidad crítica para poder optar por una alimentación saludable en un mundo que cambia rápidamente y en la cual se observa una continua diversificación de alimentos procesados y pérdida de estilo de alimentación familiar.

El aprendizaje es el resultado de un proceso que consiste en la adecuación de procedimientos y circunstancias para que ocurran las conductas y actividades previstas de la manera apropiada para cumplir con los criterios de logro. Además, el aprendizaje es el resultado de la interacción de las personas con su ambiente social, cultural, económico, etc. En su inicio, este proceso proviene de la familia y la sociedad. También puede referirse como un cambio duradero en la conducta basada en la experiencia o la adaptación al ambiente. (López-Espinoza y Martínez Moreno, 2016).

México cuenta con una larga trayectoria institucional en educación alimentaria y nutricional, con referentes clave como el Instituto de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (ICMNSZ), el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), entre otros. Estas instituciones han desempeñado un papel fundamental en la promoción de hábitos saludables y la prevención de enfermedades relacionadas con la alimentación.

La educación en este tema ha dejado de ser responsabilidad del Estado y más bien otros actores sociales han entrado en escena. En años recientes estas transformaciones han sido palpables pues son las universidades privadas y/o estatales, empresas privadas e industria alimentaria, organizaciones de la sociedad civil (OSC), asociaciones, colegios de nutricionistas y fundaciones quienes se han incorporado de forma directa e indirecta a la labor de “orientar a la población mexicana en alimentación y/o nutrición”.

En el año 1996, la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (WFS), propuso que la seguridad alimentaria se da cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a alimentos suficientes (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2002). Lo que exige a los estados el diseño de políticas de seguridad alimentaria que contemplen las siguientes dimensiones: disponibilidad nutricional, acceso a la nutrición, utilización de los alimentos y estabilidad alimentaria (Boratyńska & Tofiq, 2017) y (Naciones Unidas, 2017).

Desde los ODS se plantean ciertas metas para el 2030, que pasan por poner fin a la pobreza y mejorar los accesos a la educación, al empleo y la información, mejorar la salud y la vivienda y la reducción de las desigualdades al avanzar hacia el consumo y la producción de una alimentación sostenible. De la misma forma, considera necesario asegurar la seguridad hídrica, una energía limpia universal, ecosistemas saludables y productivos y gobernanza para sociedades sostenibles (Griggs, 2013).

En definitiva, el «desarrollo sostenible» consiste en una práctica que incluye el impulso de movimientos sociales, la organización de las instituciones, la elaboración de la ciencia y la tecnología y la negociación de compromisos entre quienes se preocupan por el medio ambiente, la economía y los aspectos sociales (Robert, Parris, & Leiserowitz, 2005).

Las nuevas formas de comunicación han irrumpido con el uso de Internet y en estos momentos se caracterizan por la descentralización en la emisión de mensajes, la relación entre iguales que mantienen los interlocutores y, a la vez, ser sujetos de la comunicación que emiten y reciben (emirecs) (Aparici & García-Marín, 2018). Esto ocurre en un ecosistema digital, caracterizado por la relación entre la actividad comunicacional, los contenidos y los sujetos de la comunicación (Alonso, 2005) que establecen lógicas, procesos y dinámicas comunicativas que permiten un flujo comunicativo a través de los medios digitales a través de un relato transmediático (Carrera et al., 2013). Este ecosistema digital y, de forma más genérica, la divulgación científica, requieren la creación de nuevos contenidos relativos a la nutrición y alimentación para la emisión de forma periódica y el desarrollo de nuevos formatos de contenido divulgativo (Figura 1), apoyados por contenidos de ficción, con la intención de incidir en cambios de actitudes, estilos de vida y comportamientos (Teso Alonso et al., 2018).



Figura 1. Resumen de la situación en el México actual de los requerimientos en educación alimentaria. Elaboración propia.

La educación alimentaria y nutricional consiste en una variedad de estrategias educativas, implementadas en distintos niveles, que tienen como objetivo ayudar a las personas a lograr mejoras sostenibles en sus prácticas alimentarias. La cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI), reconoció en 2003 la importancia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la seguridad alimentaria y decidió que debía ser una prioridad, observándose una gama de

interacciones benéficas que pueden obtenerse con el uso de las TIC's en materia de educación alimentaria (Figura 2).



Figura 2. Interacciones entre las diversas disciplinas para una mejor educación alimentaria, nutritiva, rica y sostenible. Elaboración propia.

Una forma de combatir la pobreza es el aprovechamiento de las TIC como herramienta para reducir la brecha alimenticia presente en las zonas más vulnerables. En este sentido, un modelo de seguridad alimentaria permitirá intervenir las zonas que presentan déficit alimenticio para poder dar solución a esta problemática. Mediante el uso de las estrategias planteadas por el modelo, se podría alcanzar una dieta con los requerimientos necesarios empleando los alimentos locales (FAO,2020).

El presente proyecto se centra en la falta de conciencia y acceso a información sobre la importancia de una alimentación sostenible y el aprovechamiento de vegetales endémicos en la sociedad actual. Lo cual se cita en los siguientes puntos:

- Escasa conciencia sobre la alimentación sostenible: Muchas personas desconocen los impactos negativos que tienen las prácticas alimentarias insostenibles en el medio ambiente, la biodiversidad y la salud humana. La falta de conciencia impide que la población tome decisiones informadas sobre su dieta y su consumo de alimentos.
- Falta de acceso a información sobre vegetales endémicos: Los vegetales endémicos son aquellos que se encuentran naturalmente en una región específica y pueden tener propiedades

nutricionales y medioambientales excepcionales. Sin embargo, gran parte de la población no está familiarizada con estos recursos locales y, por lo tanto, no aprovecha su potencial.

- Pocas iniciativas educativas sobre alimentación sostenible: A pesar del creciente interés en la sostenibilidad y la promoción de una dieta más saludable, existen pocas plataformas educativas específicas que aborden el tema de la alimentación sostenible y el uso de vegetales endémicos. La falta de recursos educativos dificulta que las personas adopten hábitos más sostenibles en su dieta diaria.
- Impacto negativo de prácticas agrícolas convencionales: La agricultura convencional suele depender de monocultivos, el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes, lo que agota los recursos naturales y contribuye al cambio climático. Una mayor promoción de vegetales endémicos y técnicas sostenibles de cultivo podría reducir este impacto negativo.
- Pérdida de biodiversidad y recursos alimentarios: La globalización y la homogeneización de los alimentos han llevado a una pérdida significativa de variedades vegetales locales y, en algunos casos, al riesgo de extinción. La promoción de vegetales endémicos ayuda a preservar la diversidad de alimentos y la cultura alimentaria de cada región.

Conclusiones

La creación de un portal web basado en tecnologías educativas para la promoción de alimentación sostenible aprovechando vegetales endémicos puede contribuir a solucionar las problemáticas enunciadas. Este portal web podría brindar información, recursos y herramientas interactivas para educar a la población sobre los beneficios de una alimentación sostenible, destacando el valor nutricional y ambiental de los vegetales endémicos. Además, podría fomentar la colaboración con agricultores locales y comunidades para apoyar la producción y el consumo de estos alimentos, impulsando así una transición hacia prácticas más sostenibles y respetuosas con el entorno.

Referencias bibliográficas

1. Alonso, J. (2005). Propuesta metodológica para el estudio de las formas de comunicación en internet. En López García, G. (Ed.). El ecosistema digital: Modelos de comunicación, nuevos medios y público en Internet. (pp. 89-107). Valencia: Servei de Publicacions de la Universitat de València.
2. Aparici, R., & García-Marín, D. (2018). Prosumers and emirecs: Analysis of two confronted theories. [Prosumidores y emirecs: Análisis de dos teorías enfrentadas]. Comunicar, 55, 71-79. <https://doi.org/10.3916/C55-2018-07>
3. Boratyńska, K. & Tofiq, R. "Huseynov, An innovative approach to food security policy in developing countries", Journal of Innovation & Knowledge., 2(1), 39-44, 2017.
4. Carrera-Alvarez, P., Limón-Serrano, N., Herrero-Curiel, E., & Sainz de Baranda, C. (2013). Transmedialidad y ecosistema digital. Historia y Comunicación Social, 18, 535-545
5. FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020. Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables, 2020. Tomado de: https://data.unicef.org/wpcontent/uploads/2020/07/Espanol_In_Brief.pdf
6. Galván, Marcos, & Amigo, Hugo. (2007). Programas destinados a disminuir la desnutrición crónica: Una revisión en América Latina. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 57(4), 316-326. Recuperado en 18 de julio de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000400003&lng=es&tlng=es.
7. Griggs, D. (2013). Sustainable development goals for people and planet. Nature, 495, 305-307
8. López-Espinoza A. y Martínez Moreno A.G. (2016). La educación en alimentación y nutrición. McGrawHill. pp 30-33.

9. Macías, A., Quintero M., Camacho E., Sánchez J. (2009). The three-dimensionality of the nutrition concept. Its relationship with health education. *Revista chilena de nutrición*. 36(4):1129-1135.
10. Naciones Unidas. Función de la ciencia, la tecnología y la innovación en la garantía de la seguridad alimentaria para el año 2030. 20º Periodo de sesiones, Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2017. Tomado de: https://unctad.org/system/files/officialdocument/ecn162017d3_es.pdf
11. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Informe de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, 2002. Tomado de: <http://www.fao.org/3/a-y7106s.pdf>
12. Quiroz Estrada, A. (2023). Metodología para la apropiación de tecnologías orientadas al mejoramiento de la seguridad alimentaria en zonas urbanas y periurbanas de población vulnerable en el Valle de Aburrá. Universidad Nacional de Colombia.
13. Robert, Kates W., Parris, Thomas M., & Leiserowitz, Anthony A. (2005). What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47(3), 8-21. <http://dx.doi.org/10.1080/00139157.2005.10524444>
14. Rodrigo-Cano, D. Picó, M.J. y Dimuro, G. (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 25-36. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02>
15. Teso Alonso, G., Fernández- Reyes, R., Gaitán, J.A, Lozano-Ascencio, C., & Piñuel, J.L. (2018). Comunicación para la sostenibilidad: el cambio climático en los medios. Madrid: Fundación Alternativas.

SEMBLANZA CURRICULAR

M. en C. Araceli Solano Navarro

Está adscrita al Departamento de Nutrición y Alimentos Funcionales del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos en el instituto Politécnico Nacional (CEPROBI-IPN), es Maestra en ciencias con especialidad en alimentos, por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Actualmente es la Jefa del laboratorio de desarrollo de alimentos en el CEPROBI-IPN. Forma parte del Cuerpo Académico del programa de posgrado Especialidad en Nutrición y Alimentos Funcionales en el CEPROBI-IPN y directora de los proyectos “Generación de un portal web basado en tecnologías educativas y el aprovechamiento de vegetales endémicos para la promoción de la alimentación sostenible”, clave SIP 20241100 y “Estudio de las propiedades funcionales de los quelites del Estado de Morelos” SIP 20241788. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8841-2437>

INSEGURIDAD ALIMENTARIA, SOBREPESO Y OBESIDAD, Y RIESGO METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES: DESAFÍOS PARA EL DESARROLLO DE ALIMENTOS FUNCIONALES

Dr. Javier Villanueva Sánchez*, M. en C. Araceli Solano Navarro,
L.N.Gybran Eduardo Reyes Navarrete

Departamento de Nutrición y Alimentos Funcionales

* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5827-9487>; jvillanuevas@ipn.mx

Resumen

La obesidad es una enfermedad crónica de origen multifactorial como una acumulación excesiva de grasa corporal. En México, se ha encontrado hasta un 55.5% de hogares con algún nivel de inseguridad alimentaria, aún más en las áreas rurales. Las carencias económicas pueden contribuir a mayores tasas de obesidad. Se ha descrito que ser miembro de hogares con IA se considera un factor de riesgo de desnutrición infantil y para el desarrollo de obesidad y diabetes, principalmente en mujeres. Situación que podría ocurrir en la infancia y adolescencia. Con este conocimiento, se podrían establecer acciones educativas de desarrollo y promoción de alimentos con propiedades funcionales con el propósito de evitar los desenlaces futuros de esa y otras enfermedades donde existe mayor riesgo metabólico. Con el estudio, se propone incidir sobre la prevalencia de obesidad, riesgo metabólico y su relación con la diversidad de la dieta, la inseguridad alimentaria y las estrategias de confrontación percibidas por los niños adolescentes.

Palabras clave

niños, adolescentes, obesidad, inseguridad alimentaria, riesgo, alimentos funcionales.

Desarrollo del tema

Según la Organización Mundial para la Salud, “la seguridad alimentaria se da cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, y así poder llevar una vida activa y saludable”. Por otra parte, el sobrepeso y obesidad se conjugan como una enfermedad crónica, progresiva y recidivante que presenta un riesgo para la salud y está influenciada por numerosos factores ambientales además de la alimentación y la actividad física. (Bray *et al.*, 2017).

Existe una correlación positiva del aumento de tejido adiposo a edades tempranas con el aumento de la concentración de marcadores de daño oxidativo e inflamatorios vasculares asociados al síndrome metabólico (SM) (Tur, 2018). Estudios recientes han documentado la relación entre inseguridad alimentaria (IA) que se vive en los hogares y la obesidad, con consecuencias en el aumento de riesgo metabólico (Monroy, 2021; Messiah *et al.* 2023).

Estudios previos han establecido que el grado de inseguridad alimentaria del hogar se correlaciona fuertemente con indicadores de pobreza y de una baja calidad de la alimentación (Lemos *et al.*, 2018; Monroy *et al.*, 2021). La variedad o diversidad es un indicador primario de la calidad de la dieta, se refiere al número de diferentes alimentos recomendables que son consumidos en un hogar durante un período determinado (Abuelhaj, 2007).

Entre 2018 y 2020, en el país, se ha encontrado de 55.5% hasta 59.1% de hogares con algún nivel de IA, siendo más afectadas las áreas rurales, donde las prevalencias de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes son preocupantes (Shamah *et al.*, 2020; Shamah *et al.*, 2021). Las carencias económicas pueden contribuir a mayores tasas de IA en hogares de nivel socioeconómico bajo por su mayor exposición a alimentos baratos, pero densamente energéticos (Del Ángel y Villagómez, 2014). Alimentos, entre los que se encuentran las frituras y botanas saladas, cereales dulces y cereales de caja, que son altamente consumidos por menores entre 5 a 11 años (Hernández *et al.*, 2019), que son elegidos básicamente por su sabor (Savage *et al.*, 2007).

La IA aumenta el riesgo de desnutrición infantil; y de diabetes, sobrepeso y obesidad en adultos, principalmente en mujeres (Shamah *et al.*, 2014), incluido el riesgo de SM (Montes, 2018). Situación que podría presentarse aún en la adolescencia (Holben y Taylor, 2015; López *et al.*, 2016) y justificaría promover acciones educativas dirigidas a la población menor y la investigación de productos alimenticios con efectos en la salud.

Existen diversos lineamientos para el diagnóstico oportuno del síndrome SM. Cada propuesta incluye criterios con diferentes formas de agregación: circunferencia de cintura o en su defecto la relación cintura/cadera o el índice de masa corporal, los niveles de presión arterial, de glucemia en ayunas, de triglicéridos, de Colesterol HDL, tomando en cuenta en cada caso su diagnóstico previo, su tratamiento o medición actual (Ramírez *et al.*, 2021).

Existe evidencia de que la diversidad de la dieta está asociada con la ingesta de energía y el peso corporal (Díaz *et al.*, 2010), y algunos estudios han descrito asociaciones entre componentes de la dieta con el índice de masa corporal (IMC), la inseguridad alimentaria y síndrome metabólico (Hernández *et al.*, 2018; Torres, 2020); así como la variedad y calidad de la alimentación en hogares con menores (Vega-Macedo *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2017).

Aunque existen aproximaciones conceptuales y metodológicas con respecto a la inseguridad alimentaria y estrategias para afrontarla desde hace algún tiempo (Connell *et al.*, 2005; Fram *et al.*, 2015; Ke y Ford-Jones, 2015; Dush, 2020; Gallegos *et al.*, 2021), se han realizado pocas investigaciones en países como el nuestro para evaluar las percepciones o experiencias de los propios niños y adolescentes (Bernal *et al.*, 2017; Avendaño *et al.*, 2020; Bernal y Agudelo, 2020).

La investigación y el desarrollo de nuevos productos podrían ofrecer, al mercado y población, alternativas frente a la obesidad y prevenir varias de sus secuelas, al incorporar una mayor variedad de ingredientes funcionales que además de disminuir el consumo calórico total, pueden influir en el metabolismo energético, así como en la sensación metabólica de saciedad. El primer paso en el desarrollo de alimentos funcionales es la identificación del factor funcional, condición o compuesto que produce un efecto específico, aquel o aquellos que contribuyen en la prevención o tratamiento y control

de la enfermedad. En su defecto, se requiere investigar el ingrediente funcional incorporado en el alimento, teniendo en cuenta sus posibles interacciones con otros compuestos de la matriz alimentaria, así como la dosis, los procesos culinarios de preparación y la forma habitual de consumo. En la evaluación de alimentos o con ingredientes funcionales sería fundamental, la seguridad y eficacia, mediante el empleo de biomarcadores específicos de efectividad del consumo.

Algunas estrategias tecnológicas que se han documentado ya hace varios años, son: la reducción de la densidad energética, modificaciones sensoriales, modificaciones en el contenido de macronutrientes, modificación del índice glucémico, la incorporación de ingredientes funcionales o el suministro de dietas completas (Serrano y Sánchez, 2008).

La información derivada del estudio servirá de base para focalizar el desarrollo y evaluar el efecto de estrategias apropiadas para afrontar la inseguridad alimentaria en población escolar con malnutrición a través de talleres colaborativos que incluyan, por ejemplo, promover capacidades para comprender la importancia de los alimentos, sus efectos funcionales y la diversidad de la dieta, de manera que se desarrolle una relación positiva con ellos; fomento de habilidades y prácticas alimentarias para plantear alternativas de elaboración y promoción de alimentos locales y platillos culturalmente aceptables, destacando sus propiedades nutricionales y funcionales, como estrategias para la prevención del desarrollo futuro de enfermedades no transmisibles como la diabetes, hipertensión y el SM.

La intervención se encuentra alineada con políticas nacionales y las que aplican en el estado de Morelos, con lo que permitirá la vinculación con objetivos de desarrollo social sostenible desde el ámbito de la salud y la educación previstas en los siguientes estamentos: Ley General de Salud, Art. 216 bis (SSA, 2023), Ley de Salud del estado de Morelos Arts. 108 y 110 fracción III (Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2024), Ley de Agricultura Familiar del estado de Morelos, Art. 10 (LV legislatura del Estado de Morelos, 2023) y Ley General de Educación, Art. 75 (SEP, 2024).

Conclusiones

Específicamente, el estudio aportará elementos de conocimiento de la situación nutricional de los niños y adolescentes escolarizados en el área de influencia del CEPROBI en el campo de las deficiencias o alteraciones nutricionales como el sobrepeso y la obesidad, acerca de las estrategias para afrontar la inseguridad alimentaria, la diversidad dietética y de diversos factores de riesgo para la salud, como: obesidad abdominal, niveles sanguíneos de glucosa, colesterol total, colesterol HDL, triglicéridos, así como de hipertensión.

Además, aportará evidencia de soporte para futuras intervenciones de orientación alimentaria y nutricional, el desarrollo o innovación de alimentos con ingredientes funcionales de base local y enfrentar los problemas de mala nutrición y enfermedades relacionadas al síndrome metabólico. La evidencia podrá servir de base en la toma de decisiones y contribuir en la reducción de la prevalencia e incidencia de riesgo metabólico en niños y adolescentes de hogares vulnerables a la inseguridad alimentaria.

Referencias bibliográficas

1. Abuelhaj T. Methodological Concerns in the measurement of Undersishment, Dietary Diversity and Household Food Insecurity. 2007. https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/fsn/docs/fao_tareq.pdf.
2. Avendaño MA, Rodríguez E, Bernal J. (2020). Medición y experiencias de inseguridad alimentaria, hambre y estrategias de afrontamiento en niños y adolescentes de 6 a 17 años en Medellín, Colombia. *Rev Esp Nut Comunitaria* 26(3): 136-143. <http://10.14642/RENC.2020.26.3.5326>
3. Bernal J, Agudelo A. (2020). Medición de inseguridad alimentaria-nutricional, hambre y estrategias de afrontamiento de niños y adolescentes en Medellín-Colombia. *Arch Latinoam Nutr*, 70(1): 20-29. Disponible en: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2020/1/art-3/>
4. Bray GA, Kim KK, Wilding JPH, *et al.* (2017). Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the world obesity Federation. *Obes Rev*; 18:715–23.
5. Connell CL, Lofton KL, Yadrick K, *et al.*, (2005). Children's experiences of food insecurity can assist in understanding its effect on their well-being. *The Journal of nutrition*, 135(7), 1683–1690. <https://doi.org/10.1093/jn/135.7.1683>.
6. Del Ángel L y Villagómez JA. (2014). Alimentación, salud y pobreza en áreas marginadas urbanas: caso Veracruz-Boca del Río, Veracruz, México. *Estudios sociales* (Hermosillo, Son.), 22(44), 12-35. Recuperado en 19 de mayo de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572014000200001&lng=es&tling=es.
7. Díaz FJ, Rodríguez, L, Rodríguez, E, & García, MR. (2010). Prevalencia del síndrome metabólico en profesores de Guanajuato, México. *Anales de la Facultad de Medicina*, 71(2), 75-78. Recuperado en 19 de mayo de 2024, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832010000200002&lng=es&tling=es.
8. Dush JL.(2020). Adolescent food insecurity: A review of contextual and behavioral factors. *Public Health Nurs*. 37:327–338. <https://10.1111/phn.12708>
9. Fram MS, Bernal J y Frongillo EA. (2015). The Measurement of Food Insecurity among Children: Review of literature and concept note, Innocenti Working Papers, No. 2015/08, UN, New York, <https://doi.org/10.18356/30d5a92c-en>.
10. Gallegos D, Eivers A, Sondergeld P. *et al.* (2021). Food Insecurity and Child Development: A State-of-the-Art Review. *Int J Environ Res Public Health*. Aug 26;18(17):8990. <https://doi.org/10.3390/ijerph18178990>.
11. Hernández M, Colchero MA, Batis C, *et al.* (2019). Determinantes del consumo de alimentos no básicos de alta densidad energética en población mexicana (Ensanut 2012). *Salud pública Méx*, 61(1), 54-62. <https://doi.org/10.21149/8768>
12. Hernández Z, Rodríguez S, Hernández S, *et al.* (2018). Patrones dietéticos y síndrome metabólico en mujeres con exceso de peso de 18 a 45 años de edad. *Salud Pública de México*, 60(2), 158-165. <https://doi.org/10.21149/8847>
13. Holben DH and Taylor CA. (2015). Food Insecurity and Its Association With Central Obesity and Other Markers of Metabolic Syndrome Among Persons Aged 12 to 18 Years in the United States. *Journal of Osteopathic Medicine*, vol. 115, 9, pp. 536-543. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2015.111>
14. Ke J y Ford-Jones EL. (2015). Food insecurity and hunger: A review of the effects on children's health and behaviour. *Paediatr Child Health*. Mar;20(2):89-91. <https://doi.org/10.1093/pch/20.2.89>.
15. Lemos M, Baca J y Cuevas V. (2018). Pobreza e inseguridad alimentaria en el campo mexicano: Un tema de política pública no resuelto. *Textual: análisis del medio rural latinoamericano*, (71), 71-105. <https://doi.org/10.5154/r.textual.2017.71.004>.
16. López G, Galván M, Fuentes SJ. (2016). Indicadores de síndrome metabólico en escolares mexicanos con talla baja, sobrepeso u obesidad. *Arch Latinoam Nutr*. 66(4): 309-317. Disponible en: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2016/4/art-7/>
17. LV Legislatura del Estado de Morelos (2023). Ley de Agricultura Familiar del estado de Morelos. Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. Periódico Oficial" Tierra y Libertad". Dirección General de Legislación. <http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/leyes/pdf/LAGRAFAMI2023.pdf>.
18. Messiah SE, Xie L, Kapti EG, *et al.* (2024). Prevalence of the metabolic syndrome by household food insecurity status in the United States adolescent population, 2001-2020: a cross-sectional study. *Am J Clin Nutr*.;119(2):354-361. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.11.014>
19. Monroy, R, Castillo, ÁM, & Ruiz, S. (2021). Inseguridad alimentaria y su asociación con la obesidad y los riesgos cardiometabólicos en mujeres mexicanas. *Nutrición Hospitalaria*, 38(2), 388-395. Epub 24 de mayo de 2021.doi: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.03389>

20. Montes R. (2018). Relación entre inseguridad alimentaria y marcadores asociados al síndrome metabólico en mujeres del municipio de Santiago de Querétaro. Tesis MCNH. Universidad Autónoma de Querétaro, México disponible en: <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1022>
21. Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. (2024). Ley de Salud del Estado de Morelos 2024. Periódico Oficial Tierra y Libertad, 6343. Consejería Jurídica del Poder ejecutivo del Estado de Morelos, disponible en: <http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/leyes/pdf/LSALUDEM.pdf>
22. Ramírez, LX, Aguilera, AM, Rubio, CM, *et al.*, (2021). Síndrome metabólico: una revisión de criterios internacionales. Revista Colombiana de Cardiología, 28(1), 60-66. Epub March 19, 2021. <https://doi.org/10.24875/rccar.m21000010>
23. Rodríguez LA, Mundo-Rosas V, Méndez-Gómez-Humarán I, *et al.* (2017). Dietary quality and household food insecurity among Mexican children and adolescents. Matern Child Nutr. 13(4):e12372. doi: [10.1111/mcn.12372](https://doi.org/10.1111/mcn.12372).
24. Savage JS, Fisher JO, Birch LL. (2007). Parental influence on eating behavior: conception to adolescence. J Law Med Ethics.;35:22-34. <https://doi.org/10.1111/j.1748-720X.2007.00111.x>
25. SEP. (2024). Plan de estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria 2022. Dirección General de Desarrollo Curricular. 1ª. Ed. Cd. Mex, México.
26. Serrano J y Sánchez I. Tendencias en alimentos funcionales contra la obesidad: ingredientes funcionales, alimentos tecnológicamente modificados y dietas completas. Rev Esp Nutr Comunitaria 2008;14(3):193-200
27. Shamah T, Mundo V, Rivera AJ. (2014). La magnitud de la inseguridad alimentaria en México: su relación con el estado de nutrición y con factores socioeconómicos. Salud Publica Mex [Internet]. [citado 24 de mayo de 2024]; 56(0): S79-S85. Disponible en: <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5169>
28. Shamah T, Romero M, Barrientos, T, *et al.* (2021). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19. Resultados nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública.
29. Shamah T, Vielma E, Heredia O, *et al.* (2020). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública.
30. SSA. (2023). Decreto por el que se adiciona un artículo 216 bis a la Ley General de Salud. Diario Oficial de la Federación. 24/03/2023.
31. Torres, LL. (2020). Evaluación de patrones dietéticos asociados a densidad mineral ósea y síndrome metabólico en mujeres de 40 a 60 años de edad del estado de Nuevo León. Tesis de Maestría. Facultad de Salud Pública y Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México.
32. Tur J. (2018). Papel del consumo de antioxidantes en la obesidad infantil. Rev. Eso. Endocrinol ped. 9(3):14. <https://doi.org/10.3266/RevEspEndocrinolPediatri.pre2018.Oct.487>
33. Vega-Macedo M, Shamah-Levy T, Peinador-Roldán R, *et al.* (2014). Inseguridad alimentaria y variedad de la alimentación en hogares mexicanos con niños menores de cinco años. Salud Pública de México, 56(Supl. 1), s21-s30. Recuperado en 19 de mayo de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342014000700005&lng=es&tlng=.

SEMBLANZA CURRICULAR

Dr. Javier Villanueva Sánchez

Está adscrito al Departamento de Nutrición y Alimentos Funcionales del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos en el instituto Politécnico Nacional (CEPROBI-IPN), es Doctor en Nutrición tos, por la Universidad Complutense de Madrid, España. Maestro en Salud Pública y en Ciencias de la Salud con concentración en Epidemiología por la Escuela de Salud Pública de México del Instituto Nacional de Salud Pública. Actualmente es coordinador del Cuerpo Académico del programa de Especialidad en Nutrición y Alimentos Funcionales en el CEPROBI-IPN y director del proyecto “Intervención nutricional, inseguridad alimentaria, sobrepeso y obesidad, y riesgo metabólico en niños y adolescentes del estado de Morelos”, clave SIP: 20241955. Presidente y miembro del Comité de Bioética en Investigación del CEPROBI-IPN. Cuenta con publicaciones indexadas en los temas de nutrición, envejecimiento, conductas alimentarias. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5827-9487>.

DIRECTORIO

DRA. KALINA BERMUDEZ TORRES

Directora

M. EN C. ROBERTO BRIONES MARTÍNEZ

Maestro Decano

DRA. PERLA OSORIO DÍAZ

Subdirectora Académica y de Investigación

M. EN A.G.I.E. MIRIAM TERESA VÁZQUEZ GALICIA

Subdirectora de Servicios Educativos e Integración Social

C.P. AMADO RODRÍGUEZ LÓPEZ

Subdirector Administrativo

DR. JAVIER VILLANUEVA SÁNCHEZ

Coordinador de la ENAF