
EL PAPEL DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS EN LA SALUD

EDITORES

Claudia Delgadillo Puga

Margarita Díaz Martínez

José Angel Ledesma Solano



INSTITUTO NACIONAL DE
CIENCIAS MÉDICAS
Y NUTRICIÓN
SALVADOR ZUBIRÁN

Edición:

Claudia Delgadillo Puga
Margarita Díaz Martínez
José Angel Ledesma Solano

Revisor Técnico:

Dr. Salvador Badui Dergal

EL PAPEL DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS EN LA SALUD

Primera edición, agosto de 2019

Hecho en México

ISBN: En trámite

Nota: Los autores y editores de la presente obra, y todo aquel involucrado en la elaboración de la misma fueron insistentes en compartir información actualizada y precisa. Sin embargo, la generación de información es dinámica por lo que los autores, ni editores, ni ningún participante es responsable de alguna imprecisión u omisión. Cualquier producto generado a partir de la presente obra deberá obtenerse previa actualización y ampliación de la información aquí presentada.

Agradecemos a la Cámara Nacional de Fabricantes de Envases Metálicos por su apoyo en la elaboración de esta obra.

De los autores

Héctor Bourges Rodríguez, es Médico cirujano por la Universidad Nacional Autónoma de México (mención honorífica) y Doctor en bioquímica de la nutrición y metabolismo por el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Es Investigador en Ciencias Médicas F en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán desde 1968. Es Director de Nutrición en dicho Instituto y ha impartido clases de pre y posgrado en varias universidades desde 1970. Actualmente es docente en la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Iberoamericana. Ha dirigido más de 80 tesis, publicado alrededor de 280 artículos de investigación y divulgación, 25 libros y 85 capítulos de libro. Ha dictado más de 750 conferencias y ha sido citado en más de 500 ocasiones. Es Director de la revista Cuadernos de Nutrición desde 1981. Ha presidido varias asociaciones profesionales; ha sido fundador y socio honorario de AMMFEN y socio honorario de AMENAC, del Colegio Mexicano de Nutriólogos y de otras sociedades. Ha obtenido varios premios nacionales e internacionales, entre ellos, como primer recipiente, los nacionales de Tecnología de alimentos y divulgación de la ciencia y Una vida por la nutrición. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel III. Sus líneas de investigación son: La alimentación en México y su repercusión sobre la salud, Recursos alimentarios de México y Bioquímica de la alimentación humana.

Salvador Baduí Dergal, es Ingeniero Químico de la UNAM con Maestría y Doctorado en Food Science and Nutrition de la Ohio State University, EE. UU. Ha sido Consultor de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Director Técnico de Unilever en México y posteriormente de Grupo Herdez. Actualmente es asesor independiente de la industria alimentaria. Ha sido Profesor en la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Iberoamericana, así como expositor en México y el extranjero. Es autor de los libros Química de los Alimentos y del Diccionario de Tecnología de Alimentos, así como autor y coautor de numerosos artículos en revistas nacionales e internacionales. Ha sido expositor en 108 conferencias nacionales e internacionales.

Alberto Álvarez Zavala, es Ingeniero Químico egresado de la Universidad La Salle con Maestría en Ingeniería Química, Especialidad en Polímeros y un posgrado en Tecnología de Alimentos. Ha formado parte de empresas como Química Henkel, EIQSA como Gerente técnico de área y en Aries Coil coatings como Director de área. Actualmente es Director Técnico de Envases Universales y catedrático de la Facultad de Química de la Universidad La Salle y miembro del Comité Técnico de IPA (International Packing Association).

Yazmín Edurne Hernández Camacho, es egresada de la carrera de Química de Alimentos de la Facultad de Química de la UNAM. Realizó su trabajo doctoral en la Universidad de Huddersfield en el Reino Unido, posteriormente, estuvo a cargo de varios proyectos vinculados con la industria láctea enfocados al desarrollo de nuevos productos en la Universidad de Reading, Reino Unido. Desde hace 10 años forma parte de Conservas La Costeña S. A. de C. V. donde actualmente se encuentra a cargo del área de Investigación y Desarrollo de Nuevos Productos

María de los Ángeles Valdivia-López, es Química Farmacéutica Bióloga, egresada de la Facultad de Química de la UNAM y cuenta con Maestría en Ciencia de Alimentos. Funge como Profesor-Investigador en Alimentos y Biotecnología en la Facultad de Química y en el Posgrado en Ciencias Químicas de esa institución. Sus líneas de investigación se desarrollan en relación a la reactividad química en alimentos. Cuenta con numerosas publicaciones y es árbitro en revistas indizadas

B. Julieta Sandoval Guillén, es Licenciada en Química de Alimentos y con Especialidad en Análisis de Alimentos. Actualmente forma parte del Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química de la UNAM y es profesor de asignatura, así como Técnico Académico Asociado.

Rocío del Carmen Alatorre Eden-Wynter, es Licenciada en Biología con Maestría en Ciencias, ambos títulos otorgados por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Desde 2005 dirige la Comisión de Evidencia y Manejo de Riesgos de la Comisión Federal Para la Protección de Riesgos Sanitarios COFEPRIS; participa en reuniones nacionales e internacionales en temas relacionados con regulación sanitaria, salud pública, salud ambiental y cambio climático, entre otros.

Nidia Coyote Estrada, Química Farmacéutica Bióloga egresada de la Facultad de Química de la UNAM con diplomados en Gerencia en Inocuidad Alimentaria y en Regulación. Actualmente se desempeña como Directora Ejecutiva de Manejo de Riesgos en la COFEPRIS donde ha sido coordinadora técnica del Programa de Normalización y del Comité de Normalización que preside esa Comisión desde 2003.

Elisa Gómez-Reyes, Nutrióloga certificada, Maestra y Doctora en Ciencias de la Salud en la UNAM con estancia de Investigación en Reading, Reino Unido. Actualmente es Gerente Médico en Laboratorios Abbott de México. Cuenta con un Diplomado en Mercadotecnia por el Instituto Tecnológico Autónomo de México y en análisis e interpretación de datos por el Instituto de Salud Pública. Fue Investigador en Ciencias Médicas para el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán de 2009 a 2015. Coordinó la Maestría en Nutrición Clínica de la Universidad del Valle de México de 2011 a 2015 y fue presidente

de la Asociación Mexicana de Nutriología en el periodo 2010 a 2012. Es profesora de la licenciatura en Nutrición y Bienestar del Tecnológico de Monterrey, y de la Maestría en Nutrición Clínica de la Universidad Iberoamericana además de participar como autora en libros, revistas científicas indizadas y obras de divulgación de alto impacto.

Carlos Almanza Rodríguez, Es Químico de Alimentos por la Facultad de Química de la UNAM. Actualmente es Gerente de Asuntos Regulatorios para la División de Productos Nutricionales de Abbott Laboratories de México y Profesor de Calidad de la carrera de Química de Alimentos de la Facultad de Química de la UNAM. También ha trabajado en proyectos de Investigación en el Departamento de Alimentos y Biotecnología de la FQ, UNAM y ha coordinado trabajos técnicos para la atención de comités de normalización internacional de Codex Alimentarius.

Mariel Lozada Mellado, es Licenciada en Nutrición por la Universidad Autónoma de Tlaxcala, Maestra en Ciencias de la Salud en la Universidad Nacional Autónoma de México, a lo largo del tiempo ha participado en distintos proyectos de investigación en el área de Nutrición del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Midori Ogata Medel, Licenciada en Nutrición egresada de la Universidad Veracruzana. Maestra en Ciencias de la Salud, actualmente participa como asistente de investigación en el área de Reumatología en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Lilia Castillo Martínez, es Nutrióloga y Epidemióloga. Funge como Investigadora en Ciencias Médicas D en el Servicio de Nutriología Clínica en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Es Tutora del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de México y es Miembro del Sistema Nacional de Investigadores y de la Academia Nacional de Medicina.

Griselda Xóchitl Brito Córdova, es Maestra en Ciencias de la Nutrición por el Instituto Nacional de Salud Pública; Nutrióloga, Educadora en Diabetes; Coordinadora de Nutriología del Departamento de Endocrinología y Metabolismo del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Realizó Estancia de Investigación en Laval University, Québec, Canadá. Y fue Presidenta de la Sociedad de Nutriología, A. C.

Martha Kaufer Horwitz, es Licenciada en Nutrición y Ciencia de los Alimentos con Especialidad en Investigación en Nutrición Clínica y Maestría en Ciencias Sociomédicas (Epidemiología). Es Doctora en Ciencias de la Salud (Epidemiología) e Investigadora en Ciencias Médicas E. de la Clínica de Obesidad y

Ciencia de los Alimentos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II. Funge como Nutrióloga certificada por el Colegio Mexicano de Nutriólogos.

Saori Guadalupe Salgado Moctezuma, es Licenciada en Nutrición por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Obtuvo un diplomado de Educación en Diabetes por la Federación Mexicana de Diabetes. Se desempeña en la Clínica de Obesidad y Trastornos de la Conducta Alimentaria del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

María Teresa Rull Reveles, es Licenciada en Nutrición y Ciencia de los Alimentos por la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México; cuenta con Especialidad en Nutrición Clínica por la Universidad Iberoamericana, Maestría en Gerontología Social y diplomado de Diabetes, ambos en la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER). Cursó un diplomado en cocina mexicana en el Centro Culinario Ambrosia, CCA, México. Realizó un Doctorado en Nutrición en Atlantic University (AIU) en Hawai. Es Consejera del Instituto Nacional Avícola, asesora externa de empresas en temas de nutrición, conferencista nacional e internacional sobre dieta sin gluten y celiaquía y Co-Manager del Grupo Intolerantes al Gluten de la Ciudad de México.

Luis Federico Uscanga Domínguez, es Médico Adscrito y Jefe del Departamento de Gastroenterología del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Es Profesor de la Especialidad en Gastroenterología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Miembro de la Academia Mexicana de Gastroenterología y Miembro de la *American Gastroenterology Association*.

Sophia Eugenia Martínez Vázquez, es Licenciada en Nutrición y Maestra en Ciencia adscrita al Departamento de Gastroenterología del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Es Profesora de asignatura de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México y Profesora del Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Ciudad de México. Es Ex Presidente de la Asociación Mexicana de Nutriología, A.C., funge como Miembro de la Academy of Nutrition and Dietetics, Miembro del Colegio Mexicano de Nutriólogos A.C. y Miembro de la Asociación Mexicana de Hepatología A.C.

De los editores

Claudia Delgadillo Puga, egresada de la UNAM desde 1996. Maestra y Doctora en Ciencias Pecuarias por la Universidad de Colima desde 2001. Forma parte del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán como Investigador en Ciencias Médicas D. Perteneció al SNI como Investigador Nivel I. Ha participado en diversos proyectos de investigación, es autora de artículos científicos publicados en importantes diarios internacionales. Ha impartido conferencias a nivel nacional e internacional. Es coautora y autora de capítulos de libros. Actualmente desarrolla diferentes líneas de investigación, relacionadas con las características y valor nutricional, la actividad antioxidante y la presencia de compuestos bioactivos en la carne, leche y queso.

Margarita Díaz Martínez es egresada de la Facultad de Química de la UNAM, con especialidad en Tecnología de Alimentos (1996). Investigadora en Ciencias Médicas del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán desde 1998. Sus publicaciones incluyen artículos en revistas científicas, así como de divulgación y capítulos de libros. Forma parte activa de Asociaciones Científicas. Su actividad actual se encuentra en líneas de investigación asociadas con marcadores biológicos de estrés oxidante, la evaluación del potencial antioxidante de extractos vegetales y las respuestas biológicas producidas por ellos en modelos experimentales tanto *in vitro* como *in vivo*.

José Ángel Ledesma Solano, egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, es Licenciado en Nutrición Humana con Maestría en Nutrición, Salud y Dietética por parte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Investigador en Ciencias Médicas del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Profesor de asignatura del Área de Ciencias en la Licenciatura de Gastronomía de la Universidad del Claustro de Sor Juana, A. C. Fue presidente de la Asociación Mexicana de Nutriología A. C. en el periodo 2000-2001. Ha publicado libros técnicos y de divulgación, así como artículos científicos, todos relacionados a la Nutriología.

Índice general

Prólogo 11

Dr. Héctor Bourges Rodríguez

Director de Nutrición. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Capítulo 1

La conservación de los alimentos: una milenaria tradición para garantizar la seguridad alimentaria 13

Dr. Salvador Baduí Dergal. Asesor de la industria alimentaria

Capítulo 2

La tecnología en la fabricación de los envases metálicos y el uso de las materias primas para garantizar la conservación de los alimentos..... 29

Ing. Alberto Álvarez Zavala. Director Técnico. Envases Universales

Capítulo 3

Procesos que garantizan la inocuidad en la elaboración de alimentos enlatados..... 47

Dra. Yazmín E. Hernández Camacho. Gerente de Investigación y Desarrollo. Conservas La Costeña

Capítulo 4

Efecto del proceso de enlatado sobre los nutrimentos..... 71

M. en C. Ángeles Valdivia-López y Q.F.B. Julieta Sandoval Guillén. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México

Capítulo 5

Marco regulatorio de los alimentos enlatados que garantiza la seguridad alimentaria para el consumidor 91

M. en C. Rocío Alatorre Eden-Wynter y Q.F.B. Nydia Coyote Estrada. Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)

Capítulo 6

Alimentos enlatados y alimentación saludable 109

M. en C. Elisa Gómez-Reyes y M. en C. Carlos Almanza Rodríguez. Facultad de Nutrición Humana, Universidad Iberoamericana. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

Capítulo 7

Alimentos en envases metálicos y su relación con enfermedades específicas..... 125

I. Hipertensión 125

M. en C. Mariel Lozada Mellado, M. en C. Midori Ogata Medel y Dra. Lilia Castillo Martínez. Servicio de Nutriología Clínica. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

II. Diabetes mellitus 135

M. en C. Griselda Xóchitl Brito Córdova

Departamento de Endocrinología y Metabolismo, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

III. Obesidad 141

Dra. Martha Kaufer Horwitz y L.N. Saori Guadalupe Salgado Moctezuma, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

IV. Enfermedad celíaca y Síndrome del Intestino Irritable (SII) 149

M. en C. María Teresa Rull Reveles. Profesional de Salud adscrita a la Sociedad de Médicos del Hospital Médica Sur

M. en C. Sophia Eugenia Martínez Vázquez LN. CDN. Adscrita al Departamento de Gastroenterología del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Capítulo 8

Mitos y realidades de los alimentos enlatados..... 157

Dr. Luis Federico Uscanga Domínguez

Jefe del Depto. de Gastroenterología *Dr. J. de Jesús Villalobos Pérez*. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

M. en C. Sophia Eugenia Martínez Vázquez LN. CDN. Adscrita al Departamento de Gastroenterología del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Prólogo

Para la Dirección de Nutrición del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán es muy satisfactoria la publicación de la primera edición del libro *El papel de los alimentos enlatados en la salud* editado por la Dra. Claudia Delgadillo Puga, la Q.F.B. Margarita Díaz Martínez y el M. en N. José Ángel Ledesma Solano, miembros todos ellos de dicha Dirección. El contenido del libro contó con la revisión técnica del destacado especialista en conservación de alimentos el Dr. Salvador Baduí Dergal y el apoyo económico parcial de la Cámara Nacional de Fabricantes de Envases Metálicos (CANAFEM).

Desde poco tiempo después de que el inventor inglés Peter Durand presentara la primera lata en 1810, este tipo de recipientes es usado ampliamente para conservar diferentes preparaciones alimenticias y se ha convertido en una forma eficaz para ofrecerlas listas para su consumo.

Como cualquier otro método de conservación de alimentos, el enlatado ha tenido una larga historia de desarrollo gradual en diferentes aspectos del proceso. Ha enfrentado oscilaciones en su popularidad y aceptación y a su alrededor se han tejido diversas fantasías que suelen producir confusión en el consumidor. Por ello, resulta oportuna la aparición de este libro que describe los procesos inherentes a la conservación de alimentos en envases metálicos, el efecto que tiene sobre la disponibilidad de los nutrimentos y sobre la inocuidad de los alimentos y la forma en que las autoridades sanitarias regulan la producción y venta de los productos enlatados. Un aspecto novedoso de esta publicación es que aborda la relación de estos productos con la alimentación saludable y con el manejo de padecimientos de importancia actual como son la obesidad, la hipertensión arterial, la diabetes mellitus, la enfermedad celíaca y el intestino irritable.

A los autores de los capítulos que constituyen la obra, a los editores, al Dr Baduí y a la CANAFEM nuestra cordial felicitación y agradecimiento por su realización.

Dr. Héctor Bourges Rodríguez
Director de Nutrición

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Capítulo 1

LA CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS: UNA MILENARIA TRADICIÓN PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Dr. Salvador Baduí Dergal
Asesor de la industria alimentaria

En la historia de la Humanidad nunca ha existido la cantidad y variedad de alimentos como las que encontramos en nuestros días. Basta recorrer algunas de las grandes tiendas de autoservicio del país para percatarse de los miles de productos disponibles, provenientes de cualquier parte del mundo; verdaderamente impresiona el abanico de posibilidades. Ahora es sencillo preparar platillos con pescado de Veracruz, carne de Sonora, jitomates de Sinaloa, chiles jalapeños de Chihuahua, habaneros de Yucatán y con elotes de Puebla, es decir, de todas partes de la República Mexicana; pero también se dispone de curry de India, aceitunas de España o duraznos de Chile. Todo esto es posible gracias al buen funcionamiento de la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor, pasando por diferentes etapas (transporte, almacenamiento y procesamiento). En cada una se aplica algún método de conservación que permite el flujo al siguiente eslabón hasta llegar a nuestras mesas con la calidad, inocuidad y precio requeridos.

Dichos métodos de conservación se han modificado y otros más se han agregado durante muchos siglos de historia y, al igual que en el pasado, ayudan a la supervivencia del ser humano en la Tierra. Desde siempre, la conservación de los alimentos ha representado una actividad prioritaria que seguirá reforzándose para contar con el sustento que demandarán las futuras generaciones.

Deterioro de los alimentos

La composición de los alimentos es muy compleja y se basa en dos grandes grupos de sustancias: los macrocomponentes que se encuentran en alta concentración (98%) como el agua, las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas, además de los microcomponentes (2%) como las vitaminas, los minerales y todos aquellos compuestos que confieren color, sabor y aroma.

Igual que el hombre, otros animales y muchos microorganismos también requieren los nutrimentos contenidos en los alimentos para su sobrevivencia, razón por la que se establece una feroz lucha entre todos los participantes de esta contienda por obtener estas sustancias.

Proteger nuestros alimentos de los animales (por ejemplo: perros, ratas, insectos, etcétera.) implica métodos físicos de contención como almacenes, rejas y puertas, entre otros. Sin embargo, para evitar el ataque de los microorganismos se necesitan procedimientos muy distintos. Los alimentos se deterioran por alguno de los siguientes tres mecanismos o por la combinación de ellos:

1. Por contaminación y crecimiento microbiano masivo con bacterias, hongos y levaduras: ocurre en casi todos los alimentos, sobre todo en vegetales, carnes, lácteos y pescados frescos con alto contenido de agua.
2. Por enzimas endógenas o propias del alimento que favorecen reacciones como el oscurecimiento de diversos vegetales, la rancidez de grasas, aceites y el decoloramiento de varios pigmentos.
3. Por reacciones químicas catalizadas por el calentamiento, el oxígeno del aire, la luz (sobre todo la ultravioleta solar) por algunos metales como el hierro y el cobre que propician la reacción de oscurecimiento de Maillard, la oxidación de grasas y la degradación de pigmentos.

Cada mecanismo ocurre en determinados alimentos y en ciertas condiciones , en muchos casos, al mismo tiempo o de forma secuencial. Por ejemplo, una vez que los vegetales maduran, por la acción de las enzimas endógenas se vuelven muy susceptibles a una contaminación microbiana, al oscurecimiento y la rancidez.

De estos tres mecanismos de deterioro, el microbiológico, específicamente, el que llevan a cabo las bacterias, es por mucho el más relevante y el que actúa

UNA VEZ QUE LOS VEGETALES MADURAN, POR LA ACCIÓN DE LAS ENZIMAS ENDÓGENAS SE VUELVEN MUY SUSCEPTIBLES A UNA CONTAMINACIÓN MICROBIANA, AL OSCURECIMIENTO Y LA RANCIDEZ.

en la mayoría de los sistemas de conservación que se describen en este capítulo.

La actividad bacteriana en el deterioro de los alimentos se refleja en dos vertientes:

1. Aquella que altera, echa a perder o pudre, pero no causa daño a la salud aun si se consumen alimentos dañados, es decir, representa un problema de calidad pero no de inocuidad. Este mecanismo es responsable de la pérdida de aproximadamente 30% de los alimentos que se producen en el mundo debido a que genera olores, sabores, colores y texturas desagradables. Por ejemplo, los lactobacilos que contaminan y acidifican con ácido láctico la leche, las salsas y otros productos, cuyo sabor y olor pueden ser desagradables, pero no son tóxicos; o bien los hongos verdosos en la superficie del pan.
2. Aquella que involucra bacterias patógenas cuyo crecimiento y desarrollo son responsables de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) y que representa un problema de inocuidad. Esta contaminación es muy peligrosa ya que, por lo general, el agente dañino no echa a perder el alimento (como en el caso anterior), y no se identifica de inmediato la cantidad ni la fecha de ingestión, por consecuencia, el tratamiento médico no siempre es acertado. Su efecto dañino se ha comprobado en muchas ocasiones. Las epidemias de tifoidea o

de cólera en la Europa medieval arrasaban pueblos enteros y eran atribuibles al castigo de los dioses por el desconocimiento de estos seres microscópicos hasta que Louis Pasteur los descubrió en 1850 al trabajar con el vino. El caso dramático más reciente es el de Haití donde después del terremoto de 2010 fallecieron aproximadamente 4 600 personas por ingerir agua contaminada con el *Vibrio cholera*.

Las ETA se reflejan como intoxicación (involucra una toxina), por ejemplo: *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* y *Clostridium perfringens*; o como infección (involucra el crecimiento masivo de microorganismos), por ejemplo: *Brucella spp.*, *Escherichia spp.*, *Listeria spp.* y *Salmonella spp.* Debido a la globalización del mercado de alimentos, se han producido algunos brotes nuevos de ETA mediante los llamados patógenos emergentes, como *Yersinia spp.* y algunas cepas enterohemorrágicas de *Escherichia coli* que llegan a provocar la muerte en personas sensibles.

CHATTO: COMIDA, HUMEDAD, ACIDEZ, TEMPERATURA, TIEMPO Y OXÍGENO, DETERMINA EL CRECIMIENTO BACTERIANO.

Las bacterias se encuentran diseminadas por dentro y por fuera del cuerpo humano y en todo lo que le rodea: agua, tierra, aire, plantas y animales, entre otros. Es decir, tienen la propiedad de la ubicuidad; sin embargo, para que se desarrollen y crezcan en una magnitud suficiente para causar una intoxicación o una infección requieren las condiciones integradas en el sencillo acróstico CHATTO, que involucra la concurrencia de elementos como: Comida, Humedad, Acidez, Temperatura, Tiempo y Oxígeno. Con base en esto, los métodos de conservación de los alimentos tienen como fundamento el control de uno o más elementos por medio de la valoración de sus parámetros. Cabe indicar que, afortunadamente, las bacterias patógenas son más estrictas en sus requerimientos de CHATTO que las bacterias que solo echan a perder los alimentos.

Para controlar los tres procesos de deterioro indicados y, particularmente, el que involucra bacterias (patógenas y no patógenas) se utilizan sistemas de conservación basados en principios físicos, químicos y biológicos.

- 1. Físicos:** empaques protectores, calentamiento, refrigeración, congelación, reducción del contenido de agua, atmósferas controladas, irradiación, pasteurización hiperbárica y micro filtración, entre otros.
- 2. Químicos:** uso de conservadores como azúcar, sal, ácidos, humo y otros aditivos.
- 3. Biológicos:** fermentaciones lácticas, acéticas y alcohólicas controladas.

Cabe indicar que algunos de estos tres sistemas destruyen los microorganismos (son bactericidas), como ocurre con las altas temperaturas de la esterilización en

el proceso de enlatado, las irradiaciones y la pasteurización hiperbárica; mientras que otros sistemas solo inhiben el crecimiento de microorganismos (son bacteriostáticos), pero no los matan como la refrigeración, la congelación, las atmósferas controladas y los aditivos.

Historia de la conservación de los alimentos

Para algunos, el descubrimiento del fuego en el Paleolítico es el inicio de la tecnología de alimentos; la cocción, además de facilitar el consumo de carne, extendía su vida útil y su disponibilidad.

En el periodo Neolítico (6 000-3 000 a. C.), con el desarrollo de la agricultura, el humano alcanza un suministro más seguro y constante de alimentos y se convierte en sedentario. Una vez estable y por muchos siglos de ensayo y error, descubre y aplica métodos de conservación cuyos principios tecnológicos siguen siendo la base de varios de los sistemas que empleamos actualmente, como la cocción que practicaban con sus vasijas de cerámica. Ahora se dispone de la hojalata para el enlatado, del vidrio y de diferentes plásticos para llevar a cabo este proceso tan básico y milenar.

Existen diversos registros históricos y obras de arte que dan fe de las prácticas realizadas por las civilizaciones que se desarrollaron en Mesopotamia y en Egipto (3 000 a. C.), donde se evidencia la crianza de ganado, la conservación de la carne y el pescado usando sal; además de la producción de pan, vino, cerveza, aceite, vinagre y queso. La conservación se realizaba mediante técnicas de secado (en zonas cálidas), de ahumado (en regiones menos calientes y húmedas), de salado (en las costas); además de cocción y de fermentación. Pasaron miles de años para entender que esas tecnologías tan empíricas estaban cimentadas en sólidos principios científicos como el control de la actividad del agua (Aa), la desnaturalización de enzimas, las destrucciones térmica y osmótica de los microorganismos, etcétera. Se puede considerar que los primeros aditivos conservadores fueron la sal y el ácido acético del vinagre, mismos que se siguen usando ampliamente en la cocina y en la industria.

LOS PRIMEROS ADITIVOS CONSERVADORES FUERON LA SAL Y EL ÁCIDO ACÉTICO DEL VINAGRE.

Las primeras obras escritas relacionadas con la agricultura y los alimentos datan de la época de los romanos, a principio de la era cristiana, destacando las

obras de Lucius Columella, quien escribió su *De Res Rústica*, y Gayo Plinio autor de *Historia Natural*. En este segundo texto se refiere la conservación de algunos alimentos y se menciona que para un mejor resultado en la elaboración del aceite de oliva, las aceitunas deben calentarse en agua hirviendo antes de su

prensado. Tan sólo hasta hace algunas décadas se descubrió que la inactivación térmica de las lipasas de la aceituna evita la oxidación de su aceite por el mecanismo denominado rancidez enzimática.

Los romanos también usaban la salmuera y el vinagre como conservadores en una combinación tipo escabeche, semejante a la empleada hoy en día para mariscos y cárnicos. Además de propagar el cultivo de la vid, que aprendieron de Grecia, a sus pueblos conquistados les enseñaron a producir y conservar vino con anhídrido sulfuroso (SO_2) que generaban al quemar piedras de azufre. Cabe indicar que diversos compuestos del azufre, como los sulfitos y el propio SO_2 forman parte del listado de aditivos actualmente autorizados para conservar frutas y muchos de sus derivados, incluyendo el vino.

Los aztecas y otras civilizaciones antiguas exponían carnes, pescados y semillas a la intemperie en lugares calientes y secos para propiciar su deshidratación, lo cual se sigue practicando en México con diversos vegetales, como los chiles, y para obtener sal de mar. Igualmente, otras culturas han usado arena caliente, fuego directo y humo dentro de espacios cerrados o cámaras; reminiscencias de estos procedimientos se emplean en la actualidad en las carnes secas y saladas como la cecina mexicana, el *prosciutto* italiano y el jamón serrano español.

En la Edad Media se empleaban muchas especias para enmascarar los sabores y olores desagradables producidos por los alimentos en descomposición, sobre todo la pimienta que tanto buscaba Cristóbal Colón en sus históricos viajes. Esto era más notorio en las épocas de calor debido a que en condiciones de alta temperatura se favorecía el crecimiento bacteriano. Como ejemplo está el plato húngaro *gulasch* elaborado con carne echada a perder, pero cuyo olor desagradable se cubre con un alto contenido de especias como la paprika.

Además de conferir aroma y sabor, ahora se sabe que algunas especias contienen sustancias con efecto antimicrobiano. Por ejemplo, la vainillina de la vainilla y la carvona de la menta y de la alcaravea actúan contra hongos; el fenilacetaldéhidó y el mentol de la hierbabuena inhiben el *Staphylococcus aureus*; la alicina del ajo, el eugenol del clavo, el aldehído cinámico de la canela y el benzaldehído de la pimienta negra también tienen esta actividad, al igual que los terpenos de la nuez moscada, mejorana, laurel y tomillo y los ácidos benzoico y sórbico de la canela y el clavo.

LOS AZTECAS Y OTRAS CIVILIZACIONES ANTIGUAS EXPONÍAN CARNES, PESCADOS Y SEMILLAS A LA INTEMPERIE EN LUGARES CALIENTES Y SECOS PARA PROPICIAR SU DESHIDRATACIÓN.

El ahumado se practicaba en la Europa medieval, tiempo en el que también inició el empleo del lúpulo para la elaboración de la cerveza. Es muy probable que

esta bebida alcohólica originaria de Mesopotamia fuera dulce, pero se convirtió en amarga por la adición de esta planta cuyos terpenos y humulonas funcionan como conservadores. Era una forma inteligente de evitar el consumo del agua tan contaminada de la época y que continuamente enfermaba a la población.

La imprenta fue clave en la divulgación de los métodos de conservación de alimentos. Bartolomeo Platina (1421-1481) escribió el primer libro sobre el tema. El anhídrido sulfuroso que los romanos usaban muchos años atrás para el vino se regularizó mediante las primeras leyes publicadas a finales del siglo XV.

En la historia de la conservación de los alimentos existen algunos acontecimientos relevantes relacionados con el enlatado y la refrigeración, dos sistemas pilares en este campo de la tecnología:

1. Denis Papin (1647-1712), inventor francés quien desarrolló la marmita cerrada y con la cual se alcanzaba una temperatura de cocción superior a 100 °C (temperatura de ebullición del agua a presión atmosférica). Sin embargo, esta valiosa contribución tecnológica no tuvo aplicación industrial de inmediato sino hasta el siglo XIX con el enlatado.

2. El químico francés Nicolás Appert (1749-1841) marcó un hito con el calentamiento en agua hirviendo de los alimentos en recipientes de vidrio cerrados con tapones de corcho, base de los procesos actuales de enlatado. Por

BARTOLOMEO PLATINA ESCRIBIÓ EL PRIMER LIBRO SOBRE LA CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS.

este desarrollo tan relevante recibió una recompensa de 12 000 francos de parte de Napoleón y, en 1810, publicó su libro *El arte de conservar durante varios años todas las sustancias*

animales y vegetales. Meses después, el británico Peter Durand propuso la utilización de recipientes metálicos con recubrimiento y cierres de estaño. Para 1811 Donkin y May establecieron en Inglaterra la primera fábrica de alimentos enlatados. Todo esto ocurrió 30 años antes de que Pasteur explicara el efecto destructivo de las altas temperaturas sobre los microorganismos causantes de la alteración de los alimentos.

Antes de la llegada de los españoles a México, los aztecas traían a la gran Tenochtitlán pescado cubierto de hielo para asegurar su frescura, desde la sierra de Puebla hasta llegar al emperador. Otras civilizaciones antiguas igualmente usaron el hielo para este fin. Sin embargo, fue hasta el descubrimiento de la producción industrial del frío a manos del ingeniero alemán Carl von Linde (1842-1934) que este sistema de conservación se difundió a todo el mundo. Su equipo de refrigeración se basaba en un compresor de amoníaco movido por una máquina de vapor, como la desarrollada en la Revolución Industrial. Este relevante hecho propició la aparición de los refrigeradores y la creación de

muchas empresas de procesamiento, almacenamiento y transporte de alimentos refrigerados y congelados.

En la década de 1920 Du Pont inicia la producción de celofán y, a partir de este logro, se ha desarrollado una enorme variedad de plásticos (policloruro de vinilo [PVC], polietileno, poliestireno, polipropileno y tereftalato de polietileno [PET], entre otros) que han servido para la conservación de alimentos aplicando conjuntamente las distintas tecnologías aquí descritas.

El secado tradicional de alimentos, practicado desde hace siglos, se basa en la conversión del agua en vapor, es decir, es una evaporación (paso de líquido a vapor). Sin embargo, en 1945, Earl W. Flosdorf desarrolló la liofilización que no implica una evaporación sino una sublimación, que es la conversión de hielo en vapor sin pasar por líquido (como ocurre con el "hielo seco"), para lo cual se requiere congelar el producto y después, a baja presión, calentarlo ligeramente. El proceso sigue siendo elevado en costos, comparado con el secado por evaporación, pero actualmente existen muchos alimentos liofilizados en el mercado, como café y frutas. Cabe indicar que un proceso semejante a una liofilización rudimentaria lo efectuaban los Incas prehispánicos en la cordillera de los Andes; debido a la gran altitud (que significa una baja presión atmosférica) y a la baja temperatura, las papas se congelaban en la noche y se deshidrataban en el día con el poco sol que bañaba esas grandes cumbres para dar como resultado un tubérculo seco llamado "chuño".

A partir de la segunda mitad del siglo XX se generaron grandes adelantos en la tecnología de los alimentos que han repercutido en la optimización de los métodos tradicionales de conservación y el desarrollo de muchos otros.

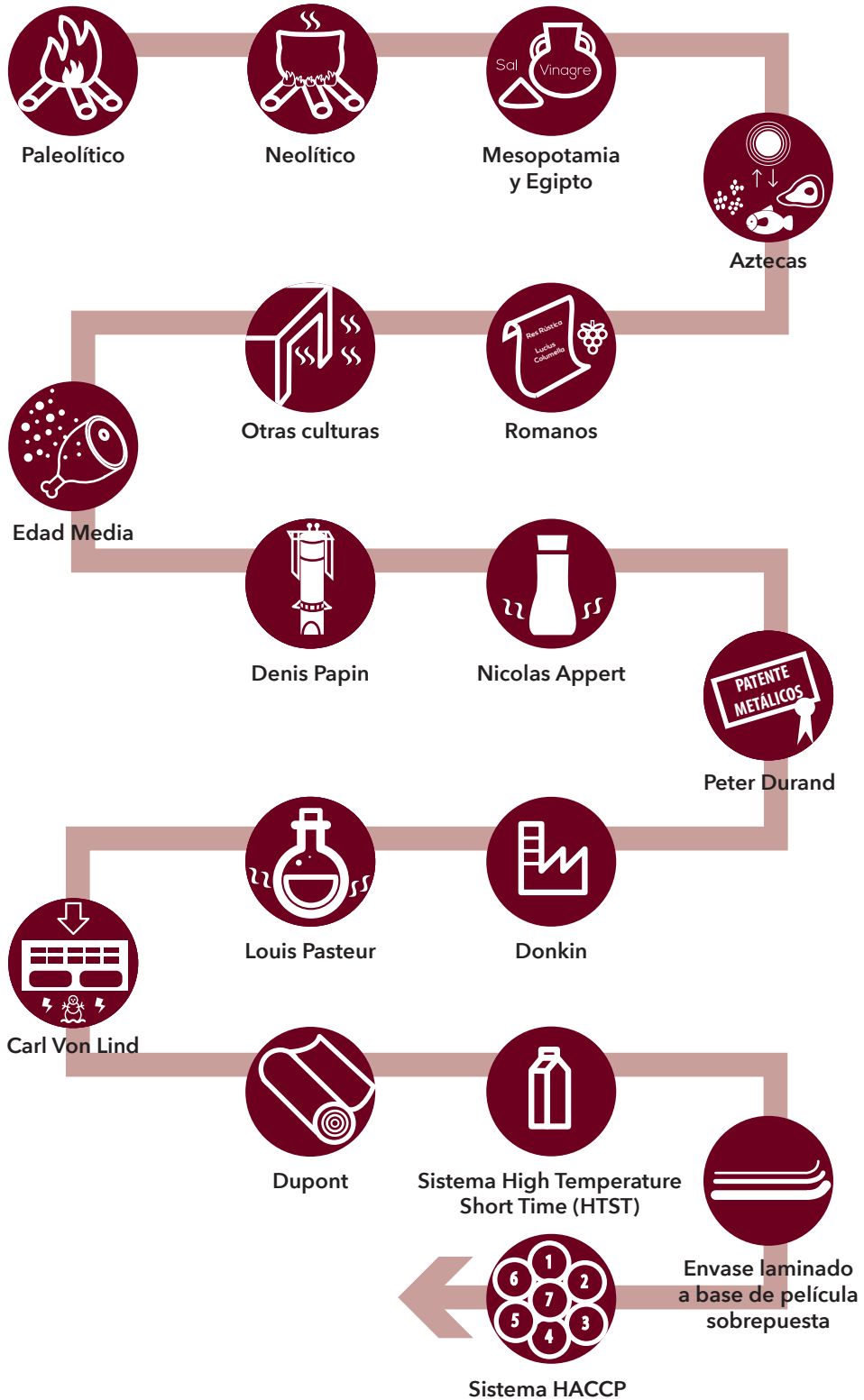
Los sistemas *High Temperature Short Time* (HTST, por sus siglas en inglés) o alta temperatura en corto tiempo, se implementaron en la década de 1950 gracias al descubrimiento de las diferencias entre las cinéticas de las destrucciones térmicas de microorganismos, de enzimas y de vitaminas. En otras palabras, para

EL SECADO TRADICIONAL DE ALIMENTOS, PRACTICADO DESDE HACE SIGLOS, SE BASA EN LA CONVERSIÓN DEL AGUA EN VAPOR.

eliminar los microorganismos y las enzimas dañinas, y a la vez conservar las benéficas vitaminas, los alimentos se deben tratar a muy alta temperatura pero por muy corto tiempo (por ejemplo, para la leche ultrapasteurizada se

emplean temperaturas que oscilan entre los 135 y 140 °C de 2 a 4 segundos), en lugar de temperaturas más bajas por largos periodos (por ejemplo, a ebullición por mucho tiempo como se acostumbra en algunos hogares). Esta optimización de la relación tiempo-temperatura del proceso térmico también se aplica en la industria de los alimentos enlatados que se someten a 120 °C.

Historia de la conservación de los alimentos, del paleolítico a 1970.



En esa época se generalizó el uso de diversos aditivos, conservadores y otros más como el ácido sórbico y los sorbatos. Además de los plásticos, se introdujo el bote de aluminio y una empresa sueca lanzó al mercado un envase laminado con base en diferentes películas sobrepuestas (papel, polietileno y el aluminio).

Debido a que los vegetales frescos mantienen su actividad biológica aun después de cosechados, su conservación puede efectuarse reduciendo su ritmo de respiración al someterlos a una atmósfera baja en oxígeno. Esta tecnología, llamada de atmósferas controladas o modificadas, se usa para el transporte y el almacenamiento de frescos a granel, pero desde hace pocas décadas también se transportan en envases individuales gracias al desarrollo de nuevos materiales plásticos.

La necesidad de alimentos con calidad e inocuidad para los vuelos espaciales en la década de 1970 propició el desarrollo del sistema *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP, por sus siglas en inglés) o Análisis de Riesgos y de Puntos Críticos de Control, actual-

DEBIDO A QUE LOS VEGETALES FRESCOS MANTIENEN SU ACTIVIDAD BIOLÓGICA AUN DESPUÉS DE COSECHADOS, SU CONSERVACIÓN PUEDE EFECTUARSE REDUCIENDO SU RITMO DE RESPIRACIÓN.

mente muy difundido en las empresas de alimentos del mundo. Este sistema de control, junto con el uso del método correcto de conservación, asegura la calidad e inocuidad de muchos de los alimentos disponibles en el mercado.

El uso de radiaciones ionizantes como método de conservación ha encontrado grandes rechazos debido a su asociación con la radiactividad y las armas nucleares. En 1973, en Japón, se construyó el primer equipo y en la actualidad, a pesar de que existen varias instalaciones en el mundo, no es una tecnología muy socorrida.

Métodos de conservación de los alimentos

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los métodos actuales de conservación de alimentos, algunos, como el calentamiento óhmico y los pulsos eléctricos siguen en etapa de desarrollo; cada uno tiene su fundamento en el control de uno o más de los parámetros indicados en CHATTO, pero también en otras variables como la presión y la irradiación, entre otras. Es importante señalar que no existe el método ideal de conservación, cada uno presenta características que lo hacen adecuado para cumplir determinados objetivos.

LOS ALIMENTOS TRATADOS TÉRMICAMENTE, COMO EL ENLATADO, TIENEN LA VENTAJA DE CONSERVARSE POR MUCHOS AÑOS.

Cuadro 1. Principales métodos de conservación y sus parámetros de funcionamiento.

| Métodos de conservación | Parámetros de funcionamiento | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------------------|------|----|----|---------|------------|---------------|-------------------|---------|-----------------|------------------|-------|------------------|
| | Calor | Frío | Aa | pH | Oxígeno | Sal/Azúcar | Conservadores | Energía ionizante | Presión | Microorganismos | Otros compuestos | Ozono | Otros parámetros |
| Pasteurización, enlatado | X | | | | X | | | | | | | | |
| Fritura/tostado | X | | X | | | | | | | | | | |
| Refrigeración/congelación | | X | X | | | | | | | | | | |
| Secado, concentración | X | | X | | | | | | | | | | |
| Fermentaciones | | | | X | X | | | | | X | | | |
| Aditivos | | | X | X | X | | X | | | | | | |
| Ahumado | X | | X | | | X | | | | | X | | |
| Atmósfera controlada | | | | | X | | | | | | | | |
| Salado/Azucarado | | | X | | | X | | | | | | | |
| Irradiación | | | | | | | | X | | | | | |
| Pasteurización hiperbárica | | | | | | | | | X | | | | |
| Espicias | | | | | | | | | | | X | | |
| Ozonización | | | | | | | | | | | | X | |
| Calentamiento óhmico | X | | | | | | | | | | | | X |
| Pulsos eléctricos | | | | | | | | | | | | | X |
| Ultrasonido | | | | | | | | | | | | | X |

A continuación una breve descripción de los principales métodos:

Altas temperaturas: en esta categoría se incluyen muchos procesos, algunos caseros (las cocciones a presión atmosférica y en olla a presión, el freído, el horneado, etcétera), y otros industriales (la pasteurización y la esterilización) como en el enlatado. El calentamiento, además de incrementar la vida de los alimentos por la destrucción de enzimas y de microorganismos, genera aromas, sabores, colores y texturas apetecibles. El diseño de un proceso de enlatado industrial implica mucho conocimiento técnico; se deben realizar cálculos muy precisos para determinar la temperatura y el tiempo óptimos a fin de conseguir la total inocuidad, pero al mismo tiempo para mantener la mayor proporción de nutrimentos al menor costo posible para el sector.

Bajas temperaturas: la refrigeración se refiere a temperaturas entre 4 y 8 °C, mientras que la congelación a -18 °C o menos. Las dos reducen la actividad enzimática y tienen una acción inhibitoria (bacteriostática) sobre los microorganismos, pero no destructiva (bactericida). En la refrigeración, el agua no se congela, permanece líquida y si el tiempo de almacenamiento es muy largo pueden desarrollarse los psicrófilos, es decir, microorganismos que crecen en estas temperaturas y que eventualmente deterioran el alimento. Por ello, la vida de los productos refrigerados siempre es menor que la de los congelados. Cabe indicar que la congelación no siempre es benéfica para todos los alimentos debido a que induce muchos cambios, como la coagulación de las proteínas y el rompimiento de las emulsiones y células de los tejidos vegetales y animales por la formación de cristales de hielo.

Fermentaciones: método biológico de conservación que implica el crecimiento controlado de determinadas bacterias, hongos y levaduras facilitadas al crearles condiciones específicas para su desarrollo en los parámetros CHATTO. Los microorganismos que se emplean pueden ser añadidos mediante cultivos controlados o provenir de la flora natural del alimento, como ocurre con algunos vinos, quesos y vegetales. La producción de los ácidos láctico, acético y del etanol es la base de la conservación de los productos fermentados.

Reducción del contenido de agua: en esta categoría se incluye la concentración, deshidratación y liofilización. El agua es necesaria para el crecimiento microbiano y la actividad enzimática; por tanto, al reducir el contenido de este líquido en un alimento se incrementa su vida de anaquel. En el mercado existe una enorme variedad de productos cuyo principio de conservación es la reducción de su contenido de agua.

Aditivos: dentro de los más de 2 500 aditivos aceptados por la legislación mexicana, el grupo de los conservadores solo representan unos cuantos, destacando los derivados de ácidos orgánicos como benzoatos, parabenos, sorbatos y propionatos, el anhídrido sulfuroso, sulfitos y los ácidos acético, benzoico, cí-

trico, láctico y propiónico, además de nitritos, nitratos y antimicrobiano como natamicina y nisina, el pirocarbonato de dietilo y el óxido de etileno; cada uno es efectivo contra cierto microorganismo y bajo ciertas condiciones de pH y actividad del agua (Aa); no todos sirven para todas las aplicaciones. Es un tema muy controvertido ya que se les relaciona incorrectamente con toxicidad, pero hay que recordar que su potencial de daño depende de la cantidad ingerida.

Alimentos de humedad intermedia: son alimentos que tienen suficiente agua (50%) para percibirse como frescos y no necesitar rehidratación, pero al mismo tiempo no tanta como para promover el crecimiento de patógenos. Sin embargo, en estas condiciones pueden desarrollarse hongos por requerir menos agua, razón por la cual se añade benzoato de sodio como conservador, por ejemplo en mermeladas y en algunos otros productos.

Salado/Azucarado: técnicas que cada día pierden adeptos por los problemas de salud ocasionados por el consumo de sodio y de azúcares. Se basan en el incremento de la presión osmótica y la reducción de la Aa que ocasionan la destrucción de microorganismos. El salado se aplica solo o combinado con el ahumado y la deshidratación para producir cecina, jamón serrano, arenque, bacalao, anchoas y aceitunas; mientras que el azucarado en mermeladas y frutas cristalizadas, glaseadas o confitadas.

Ahumado: implica la quema de maderas duras de poca resina (nogal o abedul) en una cámara cerrada para generar el humo que se adhiere al jamón, chorizo, chuletas, salami y quesos. En México se hace de manera rústica para los chipotles o chilpotles (en náhuatl, chile ahumado) a partir de chiles jalapeños. Su efecto protector se debe a una combinación de los compuestos del humo, ácido acético y formaldehído con poder antimicrobiano, además de altas temperaturas (75 a 80 °C) y salado. En la actualidad muchos de los productos comerciales "ahumados" solo están añadidos de sabor "humo sintético" y no necesariamente llevan a cabo este proceso milenario.

Pasteurización hiperbárica: consiste en someter jugos, embutidos, verduras y otros alimentos ricos en agua a gran presión (6 000 kg/cm²) por aproximadamente 5 minutos en un reactor lleno de agua; esta presión equivaldría a sumergirlos a una profundidad de tres o más kilómetros en el océano. El agua es el medio transmisor de la presión que actúa en todas direcciones en el envase y causa la muerte de los microorganismos al afectar sus lipoproteínas y otras macromoléculas de su membrana celular.

Irradiación: a diferencia de los rayos ultravioleta (UV), rayos X y microondas, los rayos gamma son electrones de alta energía y penetración provenientes de cobalto o cesio radiactivos; son ionizantes, es decir, rompen átomos y alteran

las proteínas, inactivan enzimas y el ácido desoxirribonucleico (ADN) de los microorganismos (patógenos y no patógenos). Como los alimentos no incrementan su temperatura, a este tratamiento se le llama “esterilización en frío” y es utilizado en productos termosensibles como condimentos y especias que no pueden calentarse por perder sus compuestos aromáticos. En Estados Unidos es común, en Europa se limita a pocos ingredientes y en México no existe una regulación aun cuando hay centros de irradiación comercial.

Conclusiones

Existe gran variedad de métodos de conservación; sin embargo, es importante indicar que no todos son útiles para todos los alimentos ni en todas las condiciones. Las características de la materia prima, así como las necesidades del consumidor en términos de vida de anaquel, precio y aspectos sensoriales entre otros, determinan la tecnología más adecuada. Los alimentos tratados térmicamente, como el enlatado, tienen la enorme ventaja de conservarse por muchos años, siempre y cuando la lata no se exponga a condiciones muy adversas de humedad y calor, que propicien su oxidación; durante el proceso de elaboración, el tiempo y temperatura son estrictamente controlados para garantizar la calidad, inocuidad y valor nutrimental óptimo.

Bibliografía

- Badui, S. (2015). *La Ciencia de los alimentos en la práctica*. México: Pearson Educación.
- Bamforth, C. W. (2005). *Food, fermentation and microorganisms*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Barham, P. (2001). *The science of cooking*. Berlín: Springer-Verlag.
- Brody, A., H. Zhuang y J. H. Han (2011). *Modified atmosphere packaging for fresh-cut fruits and vegetables*. Londres: Wiley-Blackwell.
- Cámara Nacional de Fabricantes de Envases Metálicos (2012). *Envases metálicos en México. Dos siglos de innovación con visión al futuro*. México: CANAFEM.
- Clark, P. J. (2011). *Functional effects of nonthermal processes on food*. Estados Unidos, Food Technol: 01(77).
- Dalby, A. (2000). *Dangerous tastes: The story of spices*. California: Berkeley University of California Press.
- Demirci, A. y Ngadi, M. O. (2012). *Microbial decontamination in the food industry. Novel methods and applications*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Fernández-Armesto, F. (2004). *Historia de la comida. Alimentos, cocina y civilización*. Barcelona: Tusquets Ed.
- Fornari, T. y Stateva, R. P. (2015). *High pressure fluid technology for green food processing*. Suiza: Springer.
- Gobbetti, M. y Di Cagno, R. (2013). *Bacterial communication in foods*. Londres: Springer.
- Knoerzer, K. P. Juliano, P. Roupas y Versteeg, C. (2011). *Innovative food processing technologies*. Londres: Wiley-Blackwell.
- McGee, H. (2004). *On food and cooking*. Nueva York: Scribner.
- Molins, R. (2007). *El costo invisible de las enfermedades transmitidas por alimentos*. México: Comun/ICA, Edición N° 1, II Etapa, enero-abril, 2007: 40-46.
- Mulet, J. M. (2014). *Comer sin miedo*. Barcelona.
- Peter, K. V. (2001). *Handbook of herbs and spices*. Cambridge: Woodhead.
- Tucker, G y S. Feathearstone (2007). *Essentials of thermal processing*. Londres: Wiley-Blackwell.
- Zaika, L. L. (1988). *Spices and herbs: Their antimicrobial activity and its determination*. *Journal of Food Safety*, 9(2), pp. 97-118.

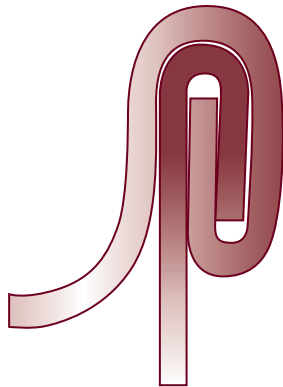
Capítulo 2

LA TECNOLOGÍA EN LA FABRICACIÓN DE LOS ENVASES METÁLICOS Y EL USO DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA GARANTIZAR LA CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Ing. Alberto Álvarez Zavala
Director Técnico, Envases Universales

Para entender los procesos de fabricación de una lata debemos partir de lo que se busca de ella, de su objetivo. El concepto primario se basa en dos elementos: poder eliminar cualquier bacteria que el alimento pudiera tener por medio de un proceso térmico posterior al cerrado y el segundo, que una vez que el alimento se termine de cocer dentro del envase metálico no pueda sufrir ningún cambio ocasionado por el medio, ya sea luz, aire o contaminación biológica, por lo que solo podrá presentar cambios por su propia degradación. Adicionalmente, la fabricación de las latas se debe desarrollar en el menor tiempo posible y de una manera económicamente eficiente. En este sentido, aunque podemos hacer referencia a diversos inventos tecnológicos que ahora forman parte de la historia de la industria del envase metálico, al final la solución al gran reto llegó mediante el establecimiento del doble cierre en la unión de la hoja de lata (Diagrama 1). Este notable desarrollo permite unir dos piezas de metal herméticamente, de manera simple y a gran velocidad.

Diagrama 1. Representación gráfica del doble cierre de la unión de la hoja de lata.



El doble cierre permite unir elementos de un cilindro metálico normal, al cual se le forman unas pestañas arriba y abajo, con dos tapas también metálicas a las cuales se les formaron unos rizos. Del detalle de la formación del doble cierre hablaremos más adelante, por lo pronto nos dedicaremos a resolver el segundo

LA FABRICACIÓN DE LAS LATAS SE DEBERÁ DESARROLLAR A GRAN VELOCIDAD Y DE UNA MANERA ECONÓMICAMENTE EFICIENTE.

reto, que es evitar que los alimentos que se colocan dentro de la lata reaccionen al contacto con el metal.

Resuelto el dilema de cómo conformar nuestro envase, el reto ahora se centra en la elección del material con el que se va a elaborar. Este tema es más fácil, ya que debe cumplir con premisas básicas como: ser un metal que exista en abundancia, que sea fácil de procesar y económico. El primer metal que se anotó en

la lista fue el hierro; sin embargo, tenía la desventaja de reaccionar fácilmente en medios ácidos y muchos de los alimentos que se colocan dentro de un envase metálico poseen esta característica.

Ante este reto se buscó algo un poco menos sencillo y más oneroso: recubrir la superficie del hierro con un metal de baja reactividad y que existiera en el mercado. El estaño fue el metal elegido ya que cumple con todos los requisitos mencionados. Así, surge la hojalata como materia prima para los envases metálicos, una lámina de hierro recubierta con estaño en ambos lados. Esta

EL DOBLE CIERRE PERMITE UNIR ELEMENTOS DE UN CILINDRO METÁLICO NORMAL, AL CUAL SE LE FORMAN UNAS PESTAÑAS ARRIBA Y ABAJO, CON DOS TAPAS METÁLICAS A LAS CUALES SE LES FORMARON UNOS RIZOS.

solución fue satisfactoria por muchos años, pero tenía dos inconvenientes: el costo del estaño y la limitación para algunos alimentos que reaccionaban también con este material. Así la evolución natural de la lata llevó a buscar recubrimientos orgánicos inertes tanto en el interior como en el exterior del envase metálico que permitieran

disminuir considerablemente la cantidad de estaño utilizado o incluso, para algunos casos, eliminarlo. Así, el alimento ahora va a estar en contacto con un recubrimiento orgánico inerte y ya no con el metal.

Una vez explicados los requisitos técnicos de un envase metálico o lata, podemos pasar al proceso de fabricación de las latas de acero de tres piezas, posteriormente se explicará los envases de acero de dos piezas y de aluminio de dos piezas.

Latas de tres piezas

Para fabricar las latas de tres piezas lo primero que se requiere es el acero. El desarrollo de los recubrimientos nos permite utilizar en la actualidad dos tipos de lámina: estañada y cromada (ETP y TFS, por sus siglas en inglés). Como sus nombres lo indican, el primero corresponde a una lámina recubierta de estaño metálico, mientras que la segunda se encuentra recubierta por óxido de cromo.

Proceso para convertir el acero en una lámina para fabricar un envase:

1. Sinterización: es el primer paso para elaborar la materia básica que produce acero. Después de haber sido extraído de la naturaleza, la mayor parte del mineral de hierro (la más fina) se aglomera con cal y coque.

2. Reducción: una vez preparada, la materia prima es llevada a un alto horno donde el carbón calentado a una temperatura de 1500 °C, indispensable para

la fusión del mineral; y provocando una reacción con el oxígeno presente en el mineral, debido a las altas temperaturas, reduciéndolo.

3. Refinación: este proceso se realiza con la finalidad de eliminar el carbono excedente en el hierro fundido, presente en hasta un 4%. El arrabio líquido contribuye a que las impurezas se reduzcan al mínimo. Al final el contenido de carbón se vuelve menor a 1%.

4. Laminación: el acero ya formado mecánicamente por rodillos industriales se deja del espesor requerido. Este proceso es clave para la producción de latas de acero.

5. Recubrimiento: durante la laminación se le colocará al acero un recubrimiento metálico que prevenga la corrosión del hierro, éste puede ser estaño u óxido de cromo.

Estas láminas de acero, de espesores que van desde 0.28 mm hasta 0.14 mm, se almacenan en rollos cuyo peso varía entre 6.5 y 11 toneladas, los cuales se desenrollan y cortan en láminas de aproximadamente 1 x 1 m para fabricar el cuerpo y las tapas de la lata. El primer proceso para la fabricación de las latas será el corte de la lámina.

EN LA ACTUALIDAD, EL DESARROLLO DE LOS RECUBRIMIENTOS PARA FABRICAR LAS LATAS DE TRES PIEZAS DE ACERO NOS PERMITE UTILIZAR DOS TIPOS DE LÁMINA: ESTAÑADA Y CROMADA.

Las láminas ya cortadas pasarán a la etapa de barnizado tanto en el interior como en el exterior, para impedir la reacción del acero con el medio. La finalidad de los recubrimientos exteriores es evitar el ataque del ambiente externo, mientras que en el interior será evitar la reacción entre los alimentos y el metal.

Existe gran variedad de recubrimientos que estarán en contacto con los alimentos. Éstos son totalmente inocuos, evitan la migración de alguno de sus componentes al alimento. Para lograr estas características se requiere que los recubrimientos se apliquen en forma líquida a las láminas por medio de rodillos, así se tiene una película uniforme de la que se elimina el vehículo del recubrimiento. Lo anterior se logra por medio de hornos que evaporan el vehículo y dejan el polímero entrecruzado que es base de la película sólida. Los recubrimientos se hornean por espacio de entre 10 a 12 minutos a temperaturas superiores a 180 °C lo que hace que los materiales formen una película totalmente impermeable.

Todos los recubrimientos utilizados pasan por pruebas exhaustivas de migración e inocuidad antes de ser autorizados para estar en contacto directo con el

alimento; y existen controles prácticamente de todas las agencias sanitarias del mundo para evitar que puedan generar un problema de salud.

Los recubrimientos exteriores son generalmente transparentes, dorados o blancos y evitan que el ambiente pueda oxidar la lata por fuera y contaminar al alimento cuando éste se saque de la lata por contacto. En algunos casos, sirve de base para la impresión, realizando las características que la marca desee en el cuerpo, el fondo o la tapa del envase.

En la actualidad, todos los hornos que se utilizan para el proceso de curado de los recubrimientos orgánicos cuentan con sistemas de recuperación de energía y solventes, lo que permite reducir las emisiones a la atmósfera, siendo incluso menores a las emisiones de un automóvil en funcionamiento y contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

Para el caso del blanco exterior, en ocasiones se decide imprimir la marca o distintivo del producto en el metal. A este proceso se le conoce como litografía y consiste en colocar tintas como si se tratara de cartón sobre el barniz blanco o transparente. Estas tintas se curan dejando fijas las imágenes deseadas y se recubren con un barniz transparente para aumentar la resistencia mecánica de las tintas para que soporten el traslado de los envases sin daño para la impresión.

LOS RECUBRIMIENTOS UTILIZADOS PASAN POR PRUEBAS EXHAUSTIVAS DE MIGRACIÓN E INOCUIDAD ANTES DE SER AUTORIZADOS PARA ESTAR EN CONTACTO DIRECTO CON EL ALIMENTO.

Es así como se elaboran las láminas para la construcción de los envases metálicos. Para la obtención de los cilindros, el proceso comienza con el corte de la hoja para hacer las plantillas con las dimensiones exactas para formar el cilindro base del cuerpo de la lata. Esta plantilla se dobla y se suelda por medio de electrodos de alto voltaje.

En la soldadura no se utilizan más componentes que el mismo estaño y el hierro, por lo que ninguna lata que se haya fabricado en los últimos cincuenta años contiene plomo o algún otro metal pesado.

El cilindro soldado es sometido a dos procesos antes del ensamble con su tapa; el primer proceso es conocido como “el pestañado”, en el que se forma una pequeña lengüeta en los extremos de abajo y arriba del cilindro que permitirán la formación del doble cierre y el acordonado. Esto aumenta la resistencia mecánica del cilindro y, como consecuencia, el uso de espesores más bajos, ahorrando material.

Otra parte de la lámina se utiliza para fabricar los extremos de lata, es decir, las tapas. El corte de la lámina para fabricar las tapas no se hace en recto, sino que tiene

una forma especial que evita el desperdicio de material, sacándose al final círculos de lámina de un rectángulo.

El primer paso para formar las tapas es cortar los círculos de un diámetro, de manera que coincida con el cuerpo que se formó y de ahí pasa a tres procesos diferentes: en el primero se le dará forma al círculo, generando el hombro de la tapa y los cordones que le da resistencia (todo esto por medio de un prensado contra un troquel). En el segundo paso se forma el rizo de la tapa que le permite unirse a la pestaña que se le hace al cilindro del cuerpo; y en el tercer paso se coloca un sellador de hule que garantiza la hermeticidad del doble cierre cuando se elabora. El sellador que se utiliza es una emulsión de hule muy similar a la usada para la fabricación de goma de mascar y que es completamente inocua.

EL PRIMER PASO PARA FORMAR LAS TAPAS SERÁ CORTAR LOS CÍRCULOS DE UN DIÁMETRO, DE MANERA QUE COINCIDA CON EL CUERPO.

En los años más recientes, la tecnología para unir estos dos extremos se ha modificado para lograr las tapas "abre fácil". La lata es tan hermética y tan resistente que abrir una lata sin la herramienta adecuada es prácticamente imposible.

Para fabricar una tapa "abre fácil", se parte de una tapa convencional que no tenga los cordones centrales, pero que ya tenga el rizo y el compuesto sellador. A esta tapa, que se conoce como tapa básica, se le hace un debilitamiento siguiendo su periferia, al que se le conoce como precorte, y se le coloca una arilla de acero para hacer una tapa "abre fácil", es decir, una tapa que se abre a partir de sí misma.

En el precorte se elimina alrededor de 60% del material que se tiene en una línea de aproximadamente 0.05 mm. Si se retira material de más, la tapa se puede abrir durante el proceso de cocción del alimento o durante su almacenamiento; y si se le retira menos material puede ser que sea tan difícil de abrir que nos quedemos con la arilla en la mano en lugar de abrir la lata, la precisión de este corte debe ser de 0.001 mm.

Adicionalmente, se tiene que colocar la arilla que permita abrir el semicorte. Para esto se requiere formar una pequeña burbuja deformando la tapa en operaciones sucesivas, para lograr que el orificio de colocación de la arilla entre en la burbuja. Al mismo tiempo, en una prensa paralela se fabrica la arilla con otra herramienta a partir de tiras de acero de características similares a las usadas para la lata o la tapa, pero con mayor espesor. Así, en la arilla se corta la forma, generando los orificios para introducir la burbuja y el dedo, se doblan las orillas para eliminar los filos y finalmente (después de catorce operaciones)

tenemos una arilla. Se inserta en la burbuja (en cinco operaciones). Con la arilla colocada, se aplastará de manera que la arilla queda unida a la tapa por medio del remache. Faltaría agregar que las líneas modernas para fabricar tapas “abre fácil” hacen este proceso quinientas veces por minuto y que cada una de estas tapas son inspeccionadas por cámaras que garantizan su correcta formación e inocuidad.

PARA FABRICAR UNA TAPA “ABRE FÁCIL” SE PARTE DE UNA TAPA CONVENCIONAL QUE NO TENGA LOS CORDONES CENTRALES PERO QUE YA TENGA EL RIZO Y EL COMPUESTO SELLADOR.

En el proceso de fabricación del cilindro, en uno de los extremos se coloca una tapa utilizando el mencionado

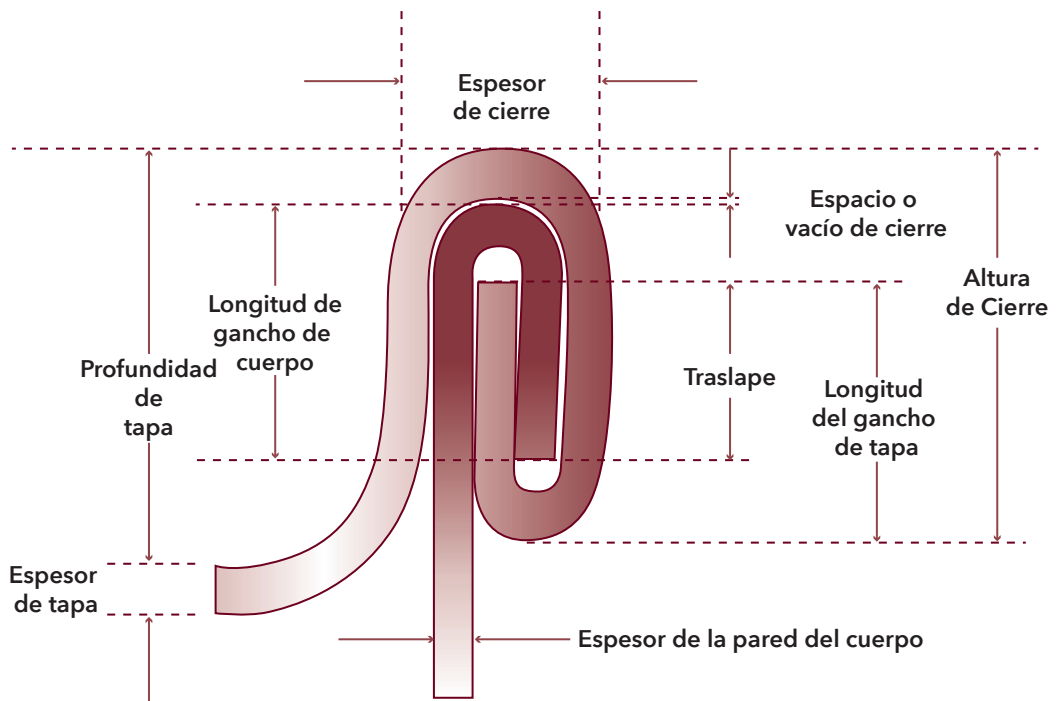
doble cierre, el proceso consiste en colocar la tapa sobre éste y realizar las dos operaciones de cierre, en la primera operación se engarza la pestaña del cuerpo con el rizo de la tapa como lo muestra el diagrama.

Diagrama 2. Representación gráfica de la primera operación terminada del doble cierre de la unión de la hoja de lata.



En la segunda operación se aplasta este cierre para dar las características de hermeticidad requeridas. En el diagrama 3 se muestra el cierre después de la segunda operación junto con los parámetros que permiten garantizar la hermeticidad del envase:

Diagrama 3. Proceso de doble cierre completo.



Espesor correcto del cierre

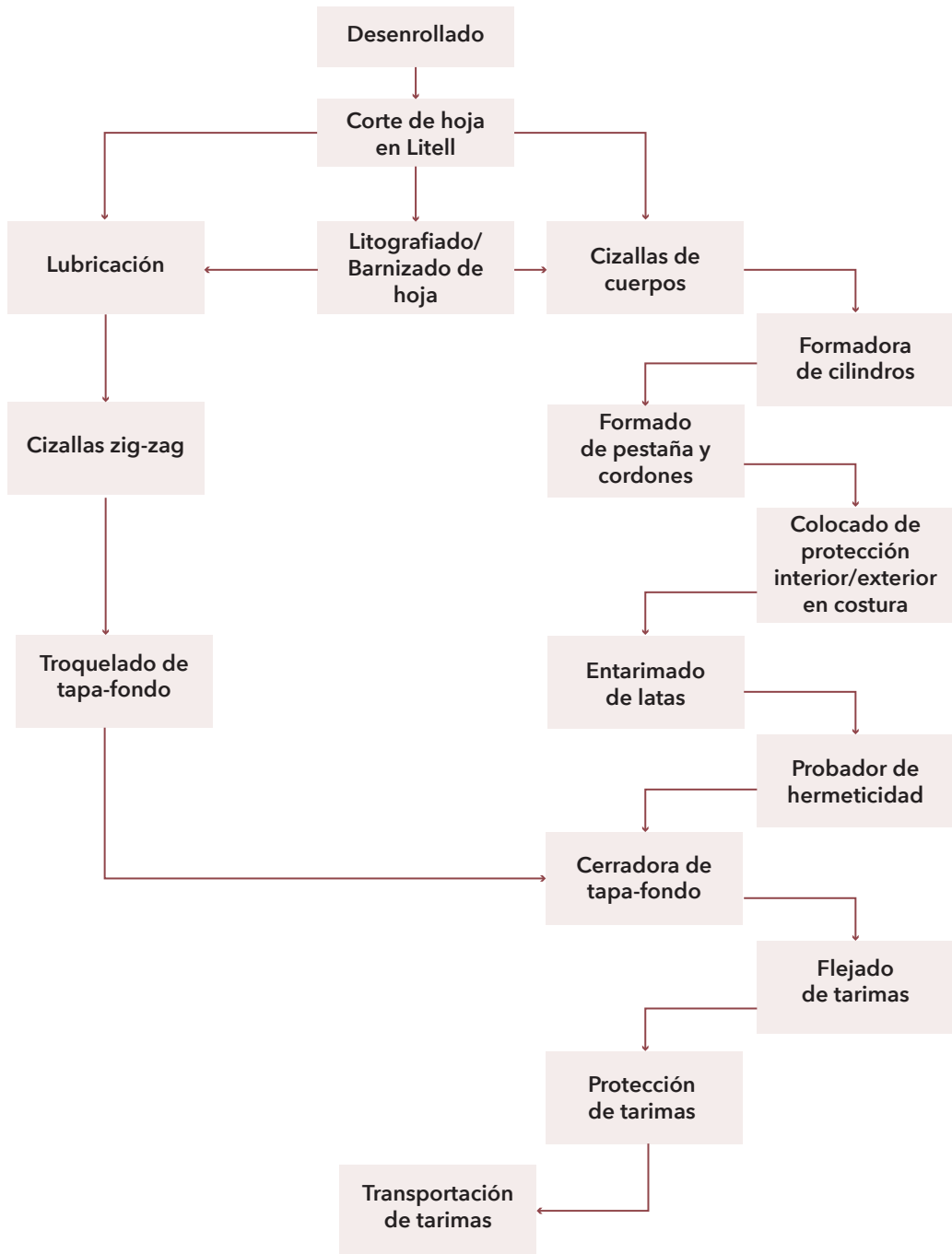
$3x$ Espesor de tapa + $2x$ Pared del cuerpo + .005" de Sellador compuesto

¿Qué tenemos después de todo este proceso? Un cilindro de acero soldado por donde es imposible que penetre luz, aire o algún contaminante; con una tapa de acero en un extremo que no puede ser penetrada, pues para que penetrara algún elemento externo, tendría que hacerlo a través de cinco capas entre las cuales se encuentra el sellador. Así es como se puede asegurar que una lata no permite la entrada de ningún elemento exterior una vez cerrada. Todas las latas pasan por una probadora que garantiza su hermeticidad previamente a ser paletizadas.

TODAS LAS LATAS PASAN POR UNA PROBADORA QUE GARANTIZA SU HERMETICIDAD PREVIAMENTE AL SER PALETIZADAS.

A continuación se muestra un diagrama del proceso de fabricación de la lata de tres piezas.

Diagrama 4. Proceso de fabricación de la lata de tres piezas.



Finalmente, la segunda tapa se colocará una vez que el alimento haya sido colocado dentro de la lata, este proceso se llevará a cabo en la empacadora.

El proceso consiste en colocar las latas vacías en un transporte, se voltean y limpian con vapor a presión para evitar que cualquier contaminación o partícula de polvo que haya podido acumularse dentro del envase metálico.

La lata totalmente limpia se llena con el alimento y se tapa; entonces, la empresa empacadora realiza el proceso de cerrado por medio del doble cierre de la misma manera que la tapa anterior.

Latas de dos piezas

Un paso posterior, y que se puede atribuir al descubrimiento de las propiedades del acero y los recubrimientos orgánicos, fue hacer una lata en cuyo fondo va unido al cuerpo como una sola pieza, esto es en lugar de hacer el proceso de soldado y colocación de fondo que se realiza en las latas de tres piezas, teniendo un fondo unido al cuerpo. Esto solo se podrá realizar cuando la relación de diámetro/altura de la lata lo permita. Éstas se conocen como latas para alimentos de dos piezas.

El proceso consiste en fabricar el envase por medio de un embutido en la lámina. Para fabricar una lata de alimentos de dos piezas partimos de una lámina recubierta y cortada como si se fuera a usar para fabricar tapas, pero en lugar de hacer la tapa, se hace una lata; esto se logra en dos etapas: se fabrica una copa metálica por medio de un proceso de prensado contra una herramienta que tiene la forma de la copa de boca ancha. Esta copa es un paso intermedio que servirá para que en una segunda prensa se le dé forma final a la lata y se corte el material excedente. Estas prensas trabajan normalmente a 100 golpes por minuto y pueden obtener hasta 400 latas por minuto. El 100% de los envases metálicos fabricados pasan por un sistema de inspección de luz que garantiza que no tengan ninguna fractura que comprometa su hermeticidad.

ESTAS PRENSAS TRABAJAN NORMALMENTE A 100 GOLPES POR MINUTO Y PUEDEN OBTENER HASTA 400 LATAS POR MINUTO.

No todas las latas se pueden fabricar mediante este proceso y la limitante está dada por la flexibilidad de los barnices y por las características de deformación del acero. Otra restricción que tiene este proceso de fabricación es la falta de versatilidad, pues se requiere de una herramienta específica para fabricar un solo tipo de lata, mientras que en la fabricación de los envases de tres piezas en un mismo equipo se pueden procesar diferentes alturas para un solo diámetro lo que permite tener diferentes volúmenes.

Latas de aluminio de dos piezas para bebidas

Como tal no existen latas de aluminio de tres piezas, por lo que siempre que se hable de latas de aluminio serán de dos piezas. Las latas de aluminio son producto del desarrollo de este metal como un material alternativo y, aunque en

un principio solo se utilizó para bebidas con presión positiva, es decir, bebidas carbonatadas y cervezas, ahora se utilizan para el empaque de jugos, néctares y bebidas en general, así como para el empaque de alimentos que se procesan

EL ALUMINIO SE OBTIENE DE LA BAUXITA Y TIENE PROPIEDADES QUE LO HICIERON IDEAL PARA LA FABRICACIÓN DE LATAS.

en cocedores que no tienen grandes diferencias de presión durante el proceso entre el interior y el exterior de la lata.

La materia prima básica del aluminio, la bauxita, mineral a partir del cual se obtiene el aluminio, constituye un 8% de la corteza terrestre, siendo el tercer elemento más abundante en la superficie únicamente superado por el silicio y el oxígeno.

El aluminio tiene propiedades que lo hicieron ideal para la fabricación de latas: su baja densidad, maleabilidad, resistencia a la oxidación, impermeabilidad a gases, opacidad, así como su probada inocuidad.

La obtención de aluminio consta de dos fases:

- 1.** El óxido de aluminio es extraído por medio de reacciones químicas que se inician con la mezcla de bauxita triturada con una solución de hidróxido de sodio; el hidróxido de aluminio se separa del residuo insoluble también conocido como "lodo rojo". Posteriormente, el hidróxido de aluminio se precipita y se calienta, obteniéndose así del hidróxido de aluminio la alúmina, que es óxido de aluminio.
- 2.** Se hace la reducción electrolítica del óxido de aluminio. El óxido se disuelve en criolita de manera que evite el contacto del aluminio con el aire, así puede ser descompuesta la criolita electrolíticamente en una cuba, donde se activa de cátodo, mientras electrodos de carbón actúan de ánodo. En el cátodo se depositará el aluminio líquido que cae al fondo por gravedad, de donde se retira. El aluminio se obtiene con una pureza de entre 99 y 99.5% conocido como aluminio primario.

El aluminio primario se funde con elementos como magnesio, cobre y manganeso a manera de lograr aleaciones que mejoran sus propiedades y se almacena en lingotes que son usados para la obtención de las láminas.

Por medio de un proceso de extrusión, los lingotes cilíndricos precalentados se someten a presión para obtener placas de aluminio, las cuales pasarán por unos rodillos que ejercen presión para obtener la lámina del espesor deseado.

La superficie del aluminio se somete a un proceso posterior para lograr la resistencia química deseada. El anodizado es el proceso con el que se transforma

en óxido de aluminio, el cual constituye una excelente protección natural a la corrosión ya que “un elemento oxidado no se puede oxidar”; siendo así la mejor protección contra la oxidación del aluminio su propio óxido.

A esta lámina de aluminio se le aplica generalmente un recubrimiento orgánico similar al utilizado en el acero, con la diferencia de que en el aluminio se recubren los rollos completos y se entregan ya recubiertos por el interior, el exterior o ambos lados, según se requiera.

A LA LÁMINA DE ALUMINIO SE LE APLICA GENERALMENTE UN RECUBRIMIENTO ORGÁNICO SIMILAR AL UTILIZADO EN EL ACERO.

Las latas de aluminio destinadas para ser llenadas con bebidas siguen el siguiente proceso de fabricación:

1. Formación de copas. El rollo de aluminio se alimenta a una prensa en donde se forma una copa de aluminio muy similar a la que se obtiene en el envase de acero de dos piezas.

2. Formador de cuerpos. Aprovechando la maleabilidad del aluminio, así como su bajo módulo de deformación, se forma el envase estirando y planchando en diferentes etapas, logrando la pared del cuerpo con un espesor y el domo del envase con otro.

3. Corte de exceso. La lata ya formada se pasa a un proceso en donde se corta la parte superior del envase, logrando un extremo parejo con la altura deseada.

4. Lavado. Todas las latas son limpiadas y pretratadas para la decoración y para el revestimiento interno, y se remueven los lubricantes utilizados para la deformación del aluminio.

5. Impresión. Las latas se posicionan en un “mandril” para pasar a través de una decoradora rotativa tipo serigrafía que imprime hasta ocho colores y permite la decoración del exterior del envase.

6. Barnizado. Al interior de las latas se aplica por atomizado un recubrimiento orgánico similar a los que se utilizan en la lata de acero, que evita el contacto directo de la bebida con la lata.

7. Horneado. Las latas pasan a través de un horno para el secado de la impresión y los recubrimientos interiores. Al igual que en el caso del acero se requieren altas temperaturas para lograr el nivel de polimerización de los recubrimientos que garanticen sus propiedades de inocuidad y resistencia química.

8. Formación de cuello y pestaña. Las latas, ya decoradas y recubiertas, pasan a una máquina que forma un cuello en la parte superior para reducir su diámetro, lo que permite el uso de una tapa menor con el respectivo ahorro de costos y la formación de una pestaña que sirve para embonar la tapa y lograr la hermeticidad.

9. Pruebas de inspección. Las latas decoradas y limpias pasan a través de sensores de luz que garantizan que cualquier lata con alguna fractura sea expulsada.

La fabricación de las tapas “abre fácil” de aluminio siguen los mismos pasos que la tapa de acero. Los envases de acero requieren tapas de acero y los envases de aluminio requieren tapas de aluminio ya que, de otra manera, durante el proceso de cerrado de la tapa se pueden tener pequeñas zonas de metal expuesto que al ser procesados pueden generar un efecto de corrosión por contacto bi-metálico, que desde luego es un efecto no deseado y que puede comprometer la integridad de las latas. En la siguiente página se muestra una secuencia de la fabricación de las latas de aluminio.

Latas de aluminio para alimentos

Durante los últimos años se han desarrollado diversos tipos de envases con diferentes formas, aprovechando la maleabilidad y facilidad de troquelado del aluminio, y así hoy tenemos latas cuadradas, rectangulares y ovaladas, entre otras. Todas estas latas se fabrican a partir de hojas de aluminio que son cortadas del rollo y generalmente se encuentran recubiertas por el interior y exterior.

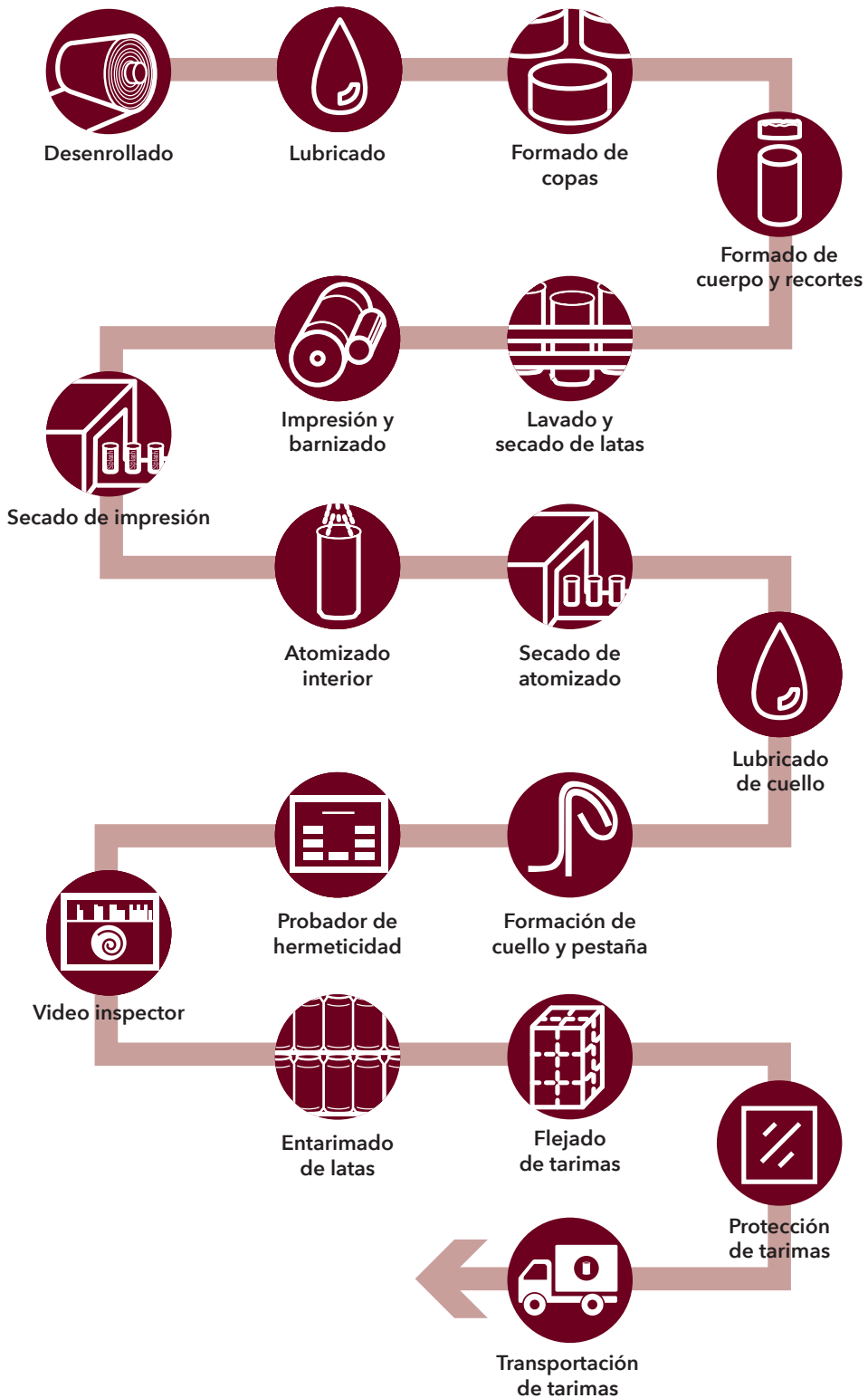
APROVECHANDO LA MALEABILIDAD DEL ALUMINIO HOY TENEMOS LATAS CUADRADAS, RECTANGULARES Y OVALADAS.

Estas hojas ya cortadas se litografían para lograr la decoración deseada y son procesadas en prensas para dar la forma que se desee. Estas prensas deben tener la capacidad de formar la lata sin dañar los recubrimientos interiores y la decoración exterior, dejando un envase listo para recibir el alimento y con una pestaña lista para colocar la tapa.

Las tapas de estos envases regularmente son “abre fácil” que se fabrican siguiendo los pasos ya descritos.

Los envases de aluminio para alimentos han tenido un crecimiento importante en Europa por la mayor facilidad que tiene la apertura de las tapas respecto a las de acero. El aluminio empleado para la elaboración de latas para alimentos tiene espesores superiores a los que se obtienen en los envases para bebidas; ya que durante el proceso térmico los envases deben soportar diferentes variaciones de presión.

Diagrama 5. Secuencia de fabricación de las latas de aluminio.



Normas mexicanas de envase y embalaje

NMX-EE/E010-Normex-2004. *Envase y embalaje- Envases metálicos para contener alimentos. Terminología.* (Esta norma cancela la NMX-EE-010-1998). (Publicación declaratoria de vigencia en el DOF: 15 de marzo de 2004, vigente a partir del 14 de mayo de 2004).

NMX-EE-059-Normex-2000. *Envase y embalaje- Símbolos para el manejo. Transporte y almacenamiento.* (Cancela a la NMX-EE-059-1979). (Publicación de declaratoria de vigencia en el DOF: 18 de agosto de 2000, vigente a partir del 17 de octubre de 2000).

NMX-EE-064-Normex-2005. *Envase y embalaje- Envases cilíndricos sanitarios de hojalata. Dimensiones, especificaciones y métodos de prueba.* (Esta norma cancela la NMX-EE064-S-1979). (Publicación de declaratoria de vigencia en el DOF: 1 de marzo de 2005, vigente a partir del 30 de abril de 2005).

NMX-EE-073-Normex-2004. *Envase y embalaje- Metales. Envases de hojalata cilíndricos sanitarios para contener alimentos. Determinación de la hermeticidad. Método de prueba.* (Esta norma cancela la NMX-EE-073-S-1980). (Publicación de declaratoria de vigencia en el DOF: 15 de marzo de 2004, vigente a partir del 14 de mayo de 2004).

NMX-EE-097-Normex-2004. *Envase y embalaje- Metales. Envases de hojalata cilíndricos sanitarios para contener alimentos. Medición de defectos. Método de prueba.* (Esta norma cancela la NMX-EE-097-S-1980). (Publicación de declaratoria de vigencia en el DOF: 15 de marzo de 2004, vigente a partir del 14 de mayo de 2004).

NMX-EE-126-Normex-2004. *Envase y embalaje- Metales. Envases de hojalata cilíndricos sanitarios para contener alimentos. Evaluación del cierre. Método de prueba.* (Esta norma cancela la NMX-EE-126-S-1980). (Publicación de declaratoria de vigencia en el DOF: 15 de marzo de 2004, vigente a partir del 14 de mayo de 2004).

NMX-EE-133-Normex-2004. *Envase y embalaje- Metales. Envases de hojalata sanitarios para contener alimentos. Determinación del estaño libre y aleación en envases. Método de prueba.* (Esta norma cancela la NMX-EE-133-1982). (Publicación de declaratoria de vigencia en el DOF: 15 de marzo de 2004, vigente a partir del 14 de mayo de 2004).

NMX-EE-147-Normex-2004. *Envase y embalaje- Metales. Envases de hojalata sanitarios para contener alimentos. Determinación de la capa de barniz. Método*

de prueba. (Esta norma cancela la NMX-EE-147-1982). (Publicación de declaratoria de vigencia en el DOF: 15 de marzo de 2004, vigente a partir del 14 de mayo de 2004).

NMX-EE-154-Normex-2004. *Envase y embalaje- Metales. Tapas inviolables (Pilfer - Proof). Especificaciones.* (Esta norma cancela la NMX-EE-154-1986). (Publicación de declaratoria de vigencia en el DOF: 15 de marzo de 2004, vigente a partir del 14 de mayo de 2004).

NMX-EE-197-Normex-2004. *Envase y embalaje- Metales. Tapas roscadas para envases de vidrio y plástico. Series 400, 410, 415 y 425.* (Esta norma cancela la NMX-EE-197-1986). (Publicación de declaratoria de vigencia en el DOF: 15 de marzo de 2004, vigente a partir del 14 de mayo de 2004).

Conclusión

Es importante resaltar los ahorros que se han logrado en los últimos años en la cantidad de metal utilizado en las latas. Actualmente, una lata de acero convencional que se utiliza para empacar un kilogramo de alimento pesa un 38% menos de lo que pesaba con anterioridad, y una lata de aluminio de las que hoy se utiliza para empacar 355 ml de jugo contiene un 17% menos de aluminio. En treinta años se ha logrado reducir de manera importante la cantidad de material, lo que a su vez reduce la cantidad de emisiones por fabricación de materia prima, por transporte de producto terminado y tonelaje de material reciclado.

En resumen, la lata cumple con las expectativas de ser un contenedor de alimentos, económico, inocuo, que permite cocer o pasteurizar el alimento dentro del mismo y que una vez cerrado garantiza el completo aislamiento del alimento al medio.

Bibliografía

Brody, A., Bugusu B., Han J. Koelsch C., McHuh T. (2008). *Innovative food packaging solutions*. Journal of Food Science.

Resource efficiency and life cycle assesment. (2012). LCA for packing steel. Dr. Armin Von Keitz. STAHL..

Maik Leder. (1998) 13/07/2004, p. 3. *Darex Container Products*.

Can Manufacturers Institute. www.cancentral.com

The Aluminium Association Inc., www.aluminium.org

Institute Nehring, www.institute-nehring.de

Ipsos. (2003). Bélgica.

Capítulo 3

PROCESOS QUE GARANTIZAN LA INOCUIDAD EN LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS ENLATADOS

Dra. Yazmín E. Hernández Camacho
Gerente de investigación y desarrollo
Conservas La Costeña

Antecedentes de la conservación de alimentos por calor

Como se abordó en el Capítulo 1, desde las culturas más antiguas, el uso de calor facilitó el consumo del alimento mejorando sus características sensoriales y prolongando su vida útil. La exposición de los alimentos al calor se basó en habilidades artesanales y experiencias transmitidas por generaciones por lo que se desconocía el principio mediante el cual un alimento perduraba más tiempo después de calentarlo, incluso habiendo encontrado la forma de conservar alimentos en envases cerrados.

En 1795, L. Spallanzini había mostrado que un caldo de carne calentado por una hora en un envase cerrado no se contaminaba (Jay, 1996). El uso de latas sin esterilizar conteniendo alimentos se tiene documentado aproximadamente desde la mitad del siglo XVIII.

La armada holandesa comenzó a utilizar alimentos conservados en latas de hierro, las cuales se rellenaban con grasa (Thorne, 1986, citado por Robertson, 2012); después de cocido, y aún caliente, el material a conservar era colocado dentro de la lata, cubierto con grasa caliente, tapado y sellado inmediatamente. De 1772 a 1777, el gobierno holandés envió a su flota naval con carne envasada de esta manera (Farrer, 1980, citado por Robertson, 2012).

La conservación de vegetales en botellas con corcho y sumergidas en un baño de agua a ebullición había sido desarrollada desde 1804 por Nicolás Appert, quien, alrededor de 1809, fue galardonado por su invención. Subsecuentemente la flota marina francesa consumió exitosamente una variedad de alimentos preservados de esta manera (History of Canmaking, 2010). En 1810, meses después de que Appert publicara su trabajo en París, Peter Durand registró la patente "Preservando alimentos animales y vegetales" en una variedad de opciones de envasado incluyendo hierro y hojalata. Sin embargo, esta patente la realizó Durand a solicitud de Phillipe Girard quien había trabajado en el uso de latas de hojalata para la conservación de alimentos. En 1812, esta patente fue adquirida por Bryan Donkin y John Hall y en 1813, con el apoyo de John Gamble como tercer asociado, instalaron en el sur de Londres un lugar para la elaboración de alimentos enlatados denominado "Dunkin, Hall & Gamble's Preservatory" (History of Canmaking, 2010).

La elaboración de alimentos conservados con el método de Appert comenzó en Nueva Orleans, Estados Unidos, en 1817 por William Underwood. Posteriormente, en 1819, Kennsett y Dagget comenzaron algo similar en Nueva York; sin

embargo, a partir de 1822 se inició el envasado en latas de hojalata (Robertson, 2012). La guerra civil en dicho país impulsó la proliferación de la industria de enlatados y con ello el desarrollo de la tecnología de envasado y de la elaboración de latas.

Las expediciones en busca de nuevos territorios y la actividad del Ministerio Británico de Marina resultaron en un incremento de la demanda de alimentos enlatados y, para la década de 1820,

LA EXPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS AL CALOR SE BASÓ EN HABILIDADES ARTESANALES Y EXPERIENCIAS TRANSMITIDAS POR GENERACIONES.

fueron reconocidos como un artículo de comercio en Inglaterra y Francia (Robertson, 2012). Fue hasta años más tarde que las observaciones de Pasteur llevaron a concluir que la presencia de

microorganismos resultaba en la contaminación de productos y que la aplicación de calor destruía a los organismos indeseables.

Métodos de conservación de alimentos

El objetivo primordial de la conservación de alimentos es extender su vida útil evitando que se dañen por la acción microbiana; también se busca mantener sus características sensoriales y nutricionales por lo que, además de la inocuidad, es importante considerar el nivel de calidad, la vida útil deseada y el grupo al cual estará dirigido el alimento (Rahman, 2007). En la mayoría de los países, la innovación, sustentabilidad y seguridad se han convertido en el foco de la industria y economía moderna, por lo que la conservación y el procesamiento de alimentos no es tan simple como lo era en el pasado (Rahman, 2007).

Tradicionalmente las tecnologías para la reducción de la contaminación microbiana y de patógenos en particular han ocupado la manipulación de la actividad del agua y/o pH, tratamientos térmicos, adición de conservadores químicos y control de la temperatura de almacenamiento del alimento (IFT/FDA, 2001b); sin embargo, nuevas técnicas de conservación están siendo desarrolladas como resultado de la demanda de los consumidores por alimentos más frescos, conservación de nutrimentos, propiedades sensoriales, conveniencia, precio, ausencia de conservadores químicos y seguridad ambiental (Rahman, 2007).

ADEMÁS DE LA INOCUIDAD, ES IMPORTANTE CONSIDERAR EL NIVEL DE CALIDAD, LA VIDA ÚTIL DESEADA Y EL GRUPO AL CUAL ESTARÁ DIRIGIDO EL ALIMENTO.

Basados en el modo de acción, las metodologías de conservación pueden ser agrupadas como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Principales tecnologías en la conservación de alimentos.

A. Técnicas que retardan o previenen el crecimiento de microorganismos.

1. Reducción de temperatura → congelación, refrigeración.
2. Reducción de actividad de agua → secado, curado, adición de azúcar.
3. Reducción de pH → acidificación, fermentación.
4. Eliminación de oxígeno → envasado al vacío.
5. Modificación de atmósferas → remplazo de aire con CO₂, O₂, N₂ al envasar.
6. Adición de conservadores → inorgánicos, orgánicos, naturales.
7. Control de microestructura → emulsiones agua en aceite.
8. Combinación de métodos → tecnología de barreras / obstáculos.

B. Técnicas para la inactivación de microorganismos.

1. Pasteurización.
2. Esterilización.
3. Irradiación.
4. Microondas.
5. Calentamiento Óhmico.
6. Procesamiento a altas presiones.
7. Pulsos eléctricos de alta intensidad.

Recopilación basada en (Gould, 2000, p. 26) y complementada con información de IFT/FDA, 2001b.

La búsqueda de nuevas tecnologías de conservación es impulsada por el deseo de obtener alimentos con una mejor calidad sensorial y nutricional y, aunque muchas han sido exitosamente probadas en el nivel de laboratorio, pocas han alcanzado la comercialización debido a que su alcance es limitado o costoso. Por ejemplo, el procesamiento a altas presiones actualmente se utiliza en Europa y Estados Unidos para conservar carnes, dip de aguacate y jugos de frutas. En contraste, el procesamiento por microondas, aunque es muy efectivo, no ha sido aplicado en el nivel comercial debido, principalmente, al alto costo en infraestructura que se requiere (Tucker y Featherstone, 2011, p.129)

NUEVAS TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN ESTÁN SIENDO DESARROLLADAS COMO RESULTADO DE LA DEMANDA DE LOS CONSUMIDORES POR ALIMENTOS MÁS FRESCOS.

Conservación de alimentos por calor

Al procesamiento de un alimento envasado en un contenedor y sujeto a un proceso térmico con el propósito de extender su vida útil se le denomina enlatado. Aunque el término enlatado nos evoca a latas de acero o aluminio, aplica también para una variedad de contenedores como frascos de vidrio, bolsas plásticas laminadas, envases plásticos semirrígidos y latas (Berry y Pflug, 2003).

El procesamiento térmico en conjunto con un envase hermético es utilizado para conservar una amplia variedad de productos. Los procesos de control microbiano a temperaturas entre 65 y 95 °C se denominan pasteurización y están diseñados para eliminar microorganismos patógenos y extender la vida del producto bajo almacenamiento en refrigeración; en tanto que aquellos que van de 100 a 150 °C se denominan esterilización y hacen posible extender la vida del producto de manera "indefinida" a temperatura ambiente (Berry y Pflug, 2003).

Al emplear calor para prolongar la vida útil de los alimentos es necesario considerar diferentes factores que influyen en la obtención de un alimento inocuo

CADA MICROORGANISMO PRESENTA DIFERENTES FACTORES QUE CONDICIONAN SU RESISTENCIA A LAS ALTAS TEMPERATURAS Y AL MEDIO QUE LO RODEA.

para su consumo y que aseguren las características sensoriales y nutricionales del mismo. Al aplicar calor se pretende eliminar células de microorganismos patógenos que dañan el producto. El tipo de tratamiento térmico a aplicar dependerá de las características y

naturaleza del alimento a procesar, la carga microbiana inicial del mismo y el envase en el cual será contenido.

Cada microorganismo presenta diferentes factores que condicionan su resistencia a las altas temperaturas y al medio que lo rodea: su pH, su actividad de agua (Aa) y los componentes del alimento (Lewis y Heppell, 2000, p. 33). A continuación se describen algunos de estos factores:

Actividad de agua (Aa): todos los alimentos contienen determinada cantidad de agua; sin embargo, parte de ésta puede no estar disponible para el crecimiento bacteriano debido a que se encuentra ligada con componentes como proteínas, grasas y carbohidratos (Eifert, Arrit y Kang, 2006). Cada microorganismo tiene diferente necesidad de agua disponible para su crecimiento, la mayoría de las bacterias no crecen con valores de Aa menores a 0.91 (Jay, 1996, p. 44). Es importante mencionar que la disponibilidad de agua de un alimento puede modificarse al agregar solutos como azúcar o sal, reduciendo la cantidad de agua disponible para el crecimiento microbiano.

pH: es el valor obtenido del recíproco del logaritmo (base 10) de la concentración de iones hidrógeno. Esta medida indica la cantidad de iones H⁺ existentes en un medio determinado. Dependiendo del valor de pH en un alimento será el tipo de microorganismo que pueda crecer en él (Cuadro 2). Las condiciones de pH en un alimento pueden favorecer el desarrollo microbiano. El valor de pH en un alimento puede modificarse por la adición de sustancias ácidas o alcalinas, lo cual afectará las condiciones para el crecimiento microbiano y alcanzar su inhibición.

Cuadro 2. Intervalo de pH en el que se desarrollan algunos microorganismos patógenos y valores de pH de algunos alimentos de consumo común.

| Valor de pH | Alimento | Microorganismos patógenos |
|-------------|---|---|
| 3.0 a 3.9 | Limón, naranja, manzana, moras, cereza, uva, durazno, piña, fresas, pera, tomatillo (tomate verde), pepinillo, cátsup, vinagre, miel, vinos, salsas picantes. | <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Escherichia coli</i> entero-hemorrágico <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Salmonella spp.</i> |
| 4.0 a 4.6 | Tomate y sus derivados, jugo de vegetales, yogur. | <i>Yersinia enterocolitica</i> |
| 4.61 a 5.0 | Zanahoria, queso crema, queso tipo americano y cottage. | <i>Clostridium botulinum</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Vibrio vulnificus</i> <i>Vibrio parahaemolyticus</i> <i>Campylobacter spp.</i> <i>Shigella spp.</i> |
| 5.0 a 6.0 | Papaya, frijol, papa, cebolla, espinaca, carnes rojas, pescado, jamón, pan blanco, cereales integrales para desayuno, dip de queso, salsa para enchiladas. | |
| 6.0 a 7.0 | Leche, mantequilla, crema, pollo, huevo, chícharos, espárragos, champiñón, aguacate, maíz, arroz, almeja, cangrejo, camarón, salmón, sardina. | |

Disponibilidad de oxígeno: aunque el oxígeno se considera indispensable para la vida, no todas las bacterias lo requieren para su desarrollo; la mayoría no son estrictamente aeróbicas ni anaeróbicas, si no que pueden tolerar hasta cierto grado tanto la presencia como la ausencia de oxígeno. Estas bacterias se conocen como anaeróbicas facultativas (Weddig *et al.*, 2007). Recopilación realizada de datos presentados en IFT/FDA, 2001a.

Temperatura: por lo general, los microorganismos pueden crecer en un rango amplio de temperatura y su velocidad de crecimiento dependerá de qué tan cercana esté la temperatura del medio a su velocidad óptima de crecimiento. La mayoría de los microorganismos pueden crecer en un rango de temperatura de entre 20 y 45 °C con una temperatura óptima de 30 a 40 °C, a este grupo se le denomina mesófilos. Otro grupo, denominado termófilos, puede crecer a temperaturas mayores de 45 °C con una temperatura óptima de entre 55 y 65 °C (Jay, 1996). El grupo de microorganismos psicrófilos crecen bien en valores entre 12 y 15 °C (Tucker y Featherstone, 2011).

LAS CONDICIONES DE pH EN UN ALIMENTO PUEDEN FAVORECER EL DESARROLLO DE MICROBIOS.

En la industria de alimentos enlatados se presta gran interés a la presencia de bacterias termófilas del género *Clostridium spp.* y *Bacillus spp.* debido a que sus esporas son termorresistentes.

Crecimiento bacteriano y su inactivación por calor

El crecimiento bacteriano está determinado por la cantidad de nutrientes disponibles, de las condiciones del medio y del estado de la célula, dependiendo de esto se tendrán diferentes velocidades de crecimiento. Cuando la célula se encuentra en un estado vegetativo y existe disponibilidad de nutrientes ésta comenzará su

UN MICROORGANISMO QUE OCASIONE CAMBIOS EN EL ALIMENTO TAMBIÉN SERÁ SUSCEPTIBLE DE SER ELIMINADO.

desarrollo. Sin embargo, algunas especies de bacterias son capaces de formar endoesporas en condiciones adversas las cuales son altamente resistentes a condiciones físicas o químicas extremas como altos niveles de radiación, detergentes, desinfectantes, calor y presión

(Tucker y Featherstone, 2011). Este mecanismo les permite permanecer en un estado latente por largos periodos y proliferar cuando se presenten las condiciones adecuadas en el medio. Es importante indicar que una bacteria formadora de esporas no necesariamente es patógena.

Según el pH del alimento serán los microorganismos que pueden proliferar y, por tanto, serán el objetivo a eliminar. Especial atención se pondrá si ese microorganismo es patógeno y aún más si es productor de toxinas. Sin embargo, un microorganismo que ocasione cambios indeseables en el alimento también será susceptible de ser eliminado.

A principios de la década de 1920, Bigelow y Esty establecieron la relación entre el pH de los alimentos y la resistencia al calor de esporas bacterianas, incluyendo aquellas que causaban daño indeseable. Su trabajo condujo al establecimiento de la clasificación de alimentos enlatados de alta y baja acidez basado en su pH (Downing, 1996b). De esto se deriva la siguiente clasificación mencionada en la versión electrónica del Code of Food Regulations (eCFRb) y determinará el tipo de tratamiento térmico a aplicar:

1. Alimento de baja acidez: si el alimento tiene un pH final en equilibrio mayor a 4.6 y una Aa de agua mayor a 0.85.

2. Alimento ácido: si naturalmente el alimento tiene un pH menor a 4.6.

3. Alimento acidificado: existen alimentos que por su naturaleza tienen valores de pH mayores a 4.6, pero si durante su procesamiento se le adiciona un ingrediente que disminuya su pH final de equilibrio a un valor menor o igual a 4.6 y presenta una Aa mayor a 0.85 se le conocerá como alimento acidificado. Un ejemplo de alimento preparado acidificado son los chiles en escabeche.

En alimentos ácidos y acidificados se pueden encontrar microorganismos patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* O175,

Staphylococcus aureus y *Campylobacter spp.* los cuales son susceptibles a tratamiento térmico moderado (Tucker y Featherstone, 2011) como la pasteurización, condición en la que se puede asegurar la eliminación de las células vegetativas de bacterias, levaduras y esporas de hongos. En el caso de bacterias formadoras de esporas como *Clostridium botulinum* un pH de 4.6 o menor asegura que dichas esporas no germinen (Weddig *et al.*, 2007).

Dada la importancia del pH en el crecimiento de determinados microorganismos en alimentos ácidos y acidificados y, por tanto, de la efectividad del proceso térmico, es importante asegurar que los ingredientes adicionales o la presencia de otros microorganismos no incrementen el pH, si este fuera el caso, se corre el riesgo de que el tratamiento térmico no sea efectivo.

En el caso de alimentos de baja acidez, se deben aplicar altas temperaturas para inactivar las esporas de bacterias patógenas y de las bacterias que produzcan deterioro del alimento (Weddig *et al.*, 2007). Temperaturas mayores de 100 °C serán necesarias para eliminar bacterias termófilas, termodúricas y esporas termorresistentes. Sin embargo, el tiempo y la temperatura necesarios dependerán de la resistencia de éstas al calor. No todos los microorganismos que se encuentren en un alimento serán sensibles a las mismas condiciones de temperatura, además de que la resistencia térmica de los mismos disminuirá si el pH del medio también disminuye (Larousse y Brown, 1997). Por lo que el tratamiento térmico del producto deberá tomar en cuenta el pH del alimento y los tipos de microorganismos que pueden contaminar el producto.

Alrededor del año 1920, Estey y Meyers realizaron diversos ensayos para determinar la resistencia al calor húmedo de esporas de *Bacillus botulinus* (posteriormente nombrada *Clostridium botulinum*) determinando la cinética de muerte de este microorganismo (Downing, 1996b). A partir de estos estudios se derivaron investigaciones adicionales y otras metodologías para la determinación de los tiempos y temperaturas letales para éste y otros microorganismos. Las condiciones de tiempo requeridas para destruir las células de *Clostridium botulinum* en un medio específico y

a una temperatura determinada son actualmente el valor de referencia del mínimo proceso térmico a cumplir (Lewis *et al.*, 2000; Tucker y Featherstone, 2011; Larousse y Brown, 1997). Sin embargo, alcanzar estas condiciones

NO TODOS LOS MICROORGANISMOS QUE SE ENCUENTREN EN UN ALIMENTO SERÁN SENSIBLES A LAS MISMAS CONDICIONES DE TEMPERATURA.

de letalidad dependerá del alimento a procesar, ya que, a su vez, el tiempo que tome alcanzar dicha temperatura dependerá de su textura, consistencia, tamaño de partícula, composición/formulación, tamaño del envase en el que esté contenido el alimento, de la cuenta microbiana inicial, de la temperatura de llenado,

del método y equipo de esterilización (Weddig *et al.*, 2007; Downing, 1996a, 1996b; Larousse y Brown, 1997), por lo que será necesario tener un tratamiento térmico específico para cada tipo de alimento a procesar en cada envase en particular.

Dicho tratamiento térmico será aplicado al producto para la destrucción de todos los microorganismos viables de importancia en la salud pública como *Clostridium botulinum* y aquellos capaces de reproducirse en el alimento bajo condiciones normales de almacenamiento y distribución, sin refrigeración (Norma Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995). A este tratamiento se le denomina esterilización comercial y se aplicará a alimentos contenidos en un envase hermético, como una lata.

Clostridium botulinum

En la década de 1800, se reportó una serie de brotes de una enfermedad asociada al consumo de salchichas en Europa Central. Se le conoce como botulismo por su nombre derivado del latín *Botulus* (salchicha) (Lund y Peck, 2000). En 1897, van Ermengem demostró por primera vez que el botulismo resultaba del consumo de alimentos en los que una bacteria, *Bacillus botulinus* (ahora *Clostridium botulinum*), había desarrollado y formado una toxina (van Ermengem, 1979, citado por Escartín, 2000).

Clostridium botulinum es un bacilo anaeróbico que bajo ciertas condiciones produce esporas termorresistentes que no pueden ser eliminadas con tempe-

SE LE CONOCE COMO BOTULISMO POR SU NOMBRE DERIVADO DEL LATÍN *BOTULUS*.

raturas de ebullición. Dichas esporas tienen una neurotoxicidad conocida que se desencadena al ser consumidas. El organismo y sus esporas están ampliamente distribuidos en la natura-

leza. Siete tipos de la toxina son reconocidos (A, B, C, D, E, F y G), basados en la especificidad antigénica de la toxina producida por cada cepa. Los tipos A, B, E y F causan botulismo en humanos (FDA, 2015).

Las medidas para prevenir el botulismo incluyen: la reducción del nivel de contaminación microbiana inicial en el alimento; acidificación del medio ya que la bacteria no produce la toxina en alimentos ácidos o acidificados (pH menor a 4.6) (Tucker y Featherstone, 2011); un valor de Aa de 0.85 (Weddig *et al.*, 2007); adición de conservadores, como nitrito, ácido sórbico, antioxidantes fenólicos y fosfatos que inhiben el crecimiento de *Clostridium botulinum* y destruyen todas las esporas botulínicas en el alimento (Tucker y Featherstone, 2011). El procesamiento térmico es el método más común de destrucción. Alimentos

enlatados propiamente procesados no contendrán células viables ni esporas de *Clostridium botulinum*. Sin embargo, alimentos enlatados en casa son con más frecuencia una fuente de botulismo que los enlatados comercialmente (Solomon y Lilly, 2001).

Es importante resaltar que un alimento puede contener células viables de *Clostridium botulinum* y aún así no causar la enfermedad ya que si su crecimiento es inhibido, entonces no habrá producción de toxina. Así mismo, aunque una gran variedad de alimentos pueden proveer los nutrimentos necesarios para su crecimiento, no todos tienen las condiciones de anaerobiosis requeridas (Solomon y Lilly, 2001).

De lo anterior, se presta especial interés en controlar las variables como el pH, disponibilidad de agua y temperatura durante el proceso para la producción de alimentos enlatados inocuos.

Elaboración de alimentos enlatados

El procesamiento de conservación para alimentos enlatados implica una serie de etapas en las cuales es necesario aplicar controles específicos para obtener un alimento inocuo y con características sensoriales y nutrimentales adecuadas. Parte de estas medidas provienen de normatividades nacionales e internacionales y otras son el resultado de la implementación de sistemas de aseguramiento de calidad como un Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés) de todo el proceso, Food Safety System Certification (FSSC) 22000, British Retail Consortium (BRC), entre otros. En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-130-SSA-1995 detalla las condiciones sanitarias durante el procesamiento del alimento, las condiciones sanitarias físicas y microbiológicas para alimentos con pH menor a 4.6 y con pH mayor a 4.6, así como las especificaciones de metales pesados a cumplir y los aditivos alimentarios permitidos para grupos de alimentos específicos y dosis determinadas. Por otra parte, en la NOM-120-SSA1-1994 se establecen las buenas prácticas de higiene y sanidad que deben observarse en el procesado de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas; incluye las disposiciones para el personal, instalaciones físicas y sanitarias, servicios a planta, equipamiento, procesos, control de plagas, limpieza y desinfección. La observación de estas normas es de carácter obligatorio para todos los procesadores de alimentos en envases herméticamente cerrados (por ejemplo, el envase de hojalata) en territorio nacional, las cuales se complementan con las

UN ALIMENTO PUEDE CONTENER CÉLULAS VIVABLES DE *Clostridium botulinum* Y AÚN ASÍ NO CAUSAR LA ENFERMEDAD.

existentes para las materias primas, generalmente frescas, a procesar y/o con la del alimento procesado. Por ejemplo, si el alimento a procesar es frijol será necesario cumplir con las disposiciones de la Norma Mexicana FF-038-SCFI-2002 que indica

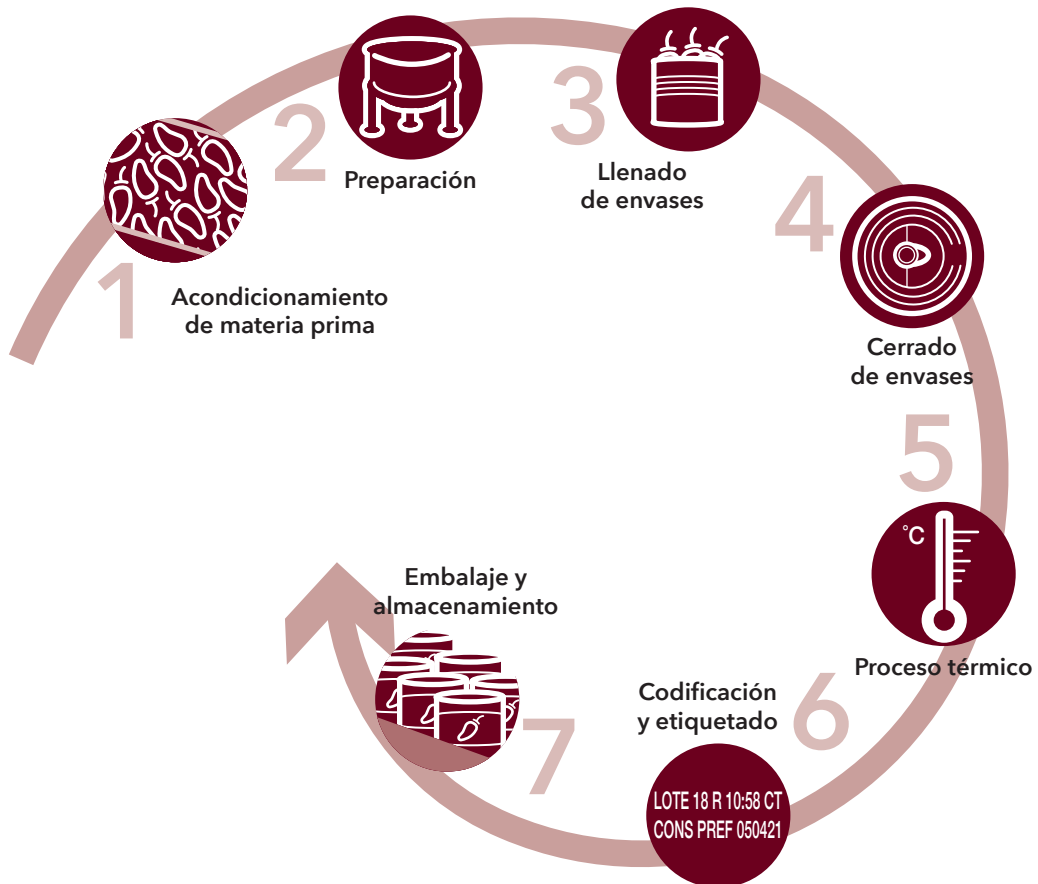
LAS MATERIAS PRIMAS PASAN POR UN PROCESO DE PELADO, CORTE, ESCALDADO, HIDRATACIÓN O CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO/COLOR.

las especificaciones para semilla de frijol además de la NMX-F-478-NORMEX-2005 que indica las especificaciones y métodos de prueba para frijoles envasados. En algunos casos no se han documentado las normas específicas para la materia prima a

procesar o para el alimento procesado, por lo que se deberá seguir la norma disponible. Así mismo, la normatividad internacional sirve de referencia para tal fin, como el Code of Food Regulations (CFR) y el CODEX Alimentarius.

Las etapas principales en la elaboración de alimento enlatado se muestran en la Figura 1 y se describen de manera general a continuación.

Figura 1. Principales etapas en la elaboración de un alimento enlatado.



1. Acondicionamiento de materia prima

Esta etapa incluye la recepción de las materias primas a procesar, el lavado y la desinfección de las mismas. Las materias primas, por lo general, pasan por un proceso de pelado, corte, escaldado, hidratación o clasificación por tamaño/color. Debido a que las materias primas pueden ser frescas, secas o congeladas la operación a realizar será de la siguiente manera: en el caso de materias primas frescas, como vegetales, la etapa de escaldado es importante para estabilizar el color, desactivar enzimas, remover gases, disminuir cuentas microbianas y facilitar operaciones posteriores debido al ablandamiento de los tejidos. Esta etapa generalmente se hace en continuo con inmersión parcial o total del material en agua con una temperatura entre 50 y 70 °C o por inyección de vapor de agua. A la recepción, todas las materias primas a procesar deben de contar con un certificado de calidad, previamente validado por el procesador. En caso de que la materia prima se almacene previo a su procesamiento, será necesario asegurar que las condiciones sean las adecuadas para no dañarla o alterarla.

2. Preparación

Esta etapa puede incluir la molienda, fritura, mezclado y/o precocción de las materias primas. Es aquí donde, generalmente, se hace el mezclado de las materias primas acondicionadas previamente con ingredientes adicionales como sal, especias y condimentos. Este conjunto de ingredientes es sometido a temperaturas entre 85 y 92 °C por periodos de 10 a 30 minutos. Estas condiciones dependerán de los ingredientes que compongan la mezcla. Parámetros como contenido de sal, acidez, pH o consistencia son continuamente monitoreados antes de envasar el producto. El registro de estos parámetros deberá realizarse en cada producción.

3. Llenado de envases

En esta etapa, el producto es llenado a una temperatura de 80 °C; sin embargo, ésta dependerá de las características y/o composición del alimento pudiendo ser de hasta 50 °C. En cualquier caso, el monitoreo continuo de la temperatura es de suma importancia, ya que el diseño del proceso térmico se establece tomando como referencia la temperatura inicial del producto. Para cada envase en particular se debe establecer el peso del producto y el espacio entre el nivel del producto y la tapa, denominado espacio libre o de cabeza. Es importante mencionar que un nivel de llenado elevado puede ocasionar un mal cerrado del envase; un llenado

EL PRODUCTO ES LLENADO A UNA TEMPERATURA DE 80 °C, SIN EMBARGO, ÉSTA DEPENDERÁ DE LAS CARACTERÍSTICAS Y/O COMPOSICIÓN DEL ALIMENTO PUDIENDO SER DE HASTA 50 °C.

en caliente o la inyección de vapor sobre la lata desplazan el aire en el espacio libre favoreciendo la formación de vacío, lo que disminuye la presión interna dentro del envase durante el proceso térmico asegurando así la integridad del envase; mantener el espacio libre también favorece la transferencia de calor del producto (Larousse *et al.*, 1997).

4. Envase

En el capítulo previo se habló ampliamente de los envases metálicos por lo que se mencionarán brevemente algunos aspectos. Durante el procesamiento térmico el envase está expuesto a ligeras deformaciones por lo que el diseño

EL PROCESO TÉRMICO SE COMPONE DE LAS ETAPAS: PRECALENTAMIENTO, CALENTAMIENTO, PREENFRIAMIENTO Y ENFRIAMIENTO.

de éste y los materiales internos y externos utilizados deben garantizar la hermeticidad del mismo en esta etapa del proceso. Así mismo, se debe de asegurar que el metal de la lata no estará en contacto con el alimento para lo cual se utilizan

diferentes recubrimientos que deben de ser inertes, grado alimenticio, proporcionar una buena barrera, tener buena resistencia mecánica y química y cumplir con las especificaciones y normas vigentes.

5. Cerrado de envases

Una vez que el envase metálico ha sido llenado se procede a su cerrado inmediato, esta etapa es de suma importancia para asegurar la inocuidad del alimento. El cierre o sello se forma cuando la pestaña del cuerpo de la lata y la de la tapa se entrelazan con la ayuda de una cerradora o engargoladora, de esta manera se forma una estructura mecánica fuerte que se le llama doble sello (Alimentos Enlatados, 2007). El equipo de cerrado o engargolado se ajusta al inicio de la producción y cuando existe algún paro en la línea. La efectividad del cerrado de las latas debe ser monitoreada continuamente a lo largo de una jornada de producción por medio de la inspección de los cierres o sellos de las latas, para lo cual se requiere personal capacitado y equipos especializados que son calibrados cada vez que es necesario. Toda la información obtenida de las inspecciones debe de registrarse en formatos específicos y archivarlos de manera adecuada.

6. Proceso térmico

Ha tomado largos años de estudio determinar las temperaturas óptimas, los tiempos de proceso y otros parámetros necesarios para garantizar la esterilidad de los productos enlatados. El diseño del tratamiento térmico al cual se someterá el alimento debe de ser llevado a cabo por una persona u organización

con conocimientos, experiencia y preparación técnica (Weddig *et al.*, 2007). Para realizar dicho diseño es necesario considerar las siguientes variables: equipo de esterilización, tipo, tamaño y forma del envase, formulación, presencia o ausencia de partículas, consistencia o viscosidad y procedimiento de preparación.

A las condiciones de tiempo y temperatura diseñadas para alcanzar la esterilidad comercial de un alimento en un envase y equipo específico se les denomina tratamiento o proceso programado, entendiendo por proceso térmico a la operación de someter el producto a las condiciones de proceso programado.

A LAS CONDICIONES DE TIEMPO Y TEMPERATURA DISEÑADAS PARA ALCANZAR LA ESTERILIDAD COMERCIAL DE UN ALIMENTO SE LES DENOMINA PROCESO PROGRAMADO.

El proceso térmico se compone de las etapas: precalentamiento, calentamiento, preenfriamiento y enfriamiento. Durante el precalentamiento, la temperatura del producto en la lata incrementa hasta la temperatura programada del proceso; una vez alcanzada, comienza el conteo del tiempo.

Para asegurar una temperatura uniforme en la autoclave es necesario haber realizado un venteo adecuado, es decir, la eliminación de aire del sistema, el cual es reemplazado por vapor saturado. Esta operación se realiza al comienzo de las fases de proceso térmico. Una vez cumplido el proceso programado, comienza el preenfriamiento de los envases, generalmente por aspersión de agua, y posteriormente se hace el enfriamiento del producto ya sea por inmersión o aspersión de agua para alcanzar una temperatura interna de 40 °C (NOM-130-SSA1-1995, sección 6.9).

Equipos para el procesamiento térmico

En 1874, A. K. Shriver inventó el primer sistema de autoclave que utilizaba vapor a presión para procesar alimentos a temperaturas mayores de 100 °C (Weddig *et al.*, 2007). Posteriormente, el desarrollo del procesamiento térmico se enfocó en un mejor control, mayor productividad y diversidad de métodos de procesamiento. De esta manera se desarrollaron diferentes tipos de equipos para el proceso térmico de alimentos teniendo actualmente autoclaves estacionarias verticales u horizontales con alimentación manual por lotes o en algunos casos alimentación automática, para el caso de las autoclaves horizontales; autoclaves con agitación de las latas por lotes o continua, en este caso siempre serán horizontales; autoclave hidrostática (para más detalles se refiere al lector a Downing, 1996b, Weddig *et al.*, 2007). Cualquiera de estos sistemas tienen en común que funcionan bajo presurización y, por tanto, las temperaturas son más altas que la temperatura del agua a ebullición; utilizan

un medio de calentamiento que puede ser vapor, agua o una mezcla de agua y aire. Algunos sistemas no solo aplican presión durante el tratamiento térmico sino también en el enfriamiento para mantener la integridad del envase. Así mismo, deben de contar con dispositivos de control y registro de temperatura, tiempo y presión, que permitan comprobar que los productos han sido sometidos a un tratamiento térmico adecuado (NOM-130-SSA1-1995, sección 6.8). Las temperaturas, presiones y tiempos a los que se someta el alimento dependerán del proceso térmico determinado para cada equipo en particular.

Controles

Cualquiera que sea el sistema para realizar el proceso térmico del alimento enlatado, se lleva a cabo siguiendo las etapas de precalentamiento, calentamiento, preenfriamiento y enfriamiento. Durante éstas, se deberán de monitorear y registrar continuamente las temperaturas y presiones en el interior del equipo y tiempos de proceso para cada lote de producto procesado. En el caso de procesamiento continuo, esto se realizará

ALGUNOS SISTEMAS NO SÓLO APLICAN PRESIÓN DURANTE EL TRATAMIENTO TÉRMICO SINO TAMBIÉN EN EL ENFRIAMIENTO PARA MANTENER LA INTEGRIDAD DEL ENVASE.

a lo largo del periodo de producción. De igual manera, se deberá contar con un registro automático gráfico de tiempos y temperaturas. Por otra parte, los manómetros, válvulas, tuberías, termómetros y escalas de gráficos de los diferentes tipos de autoclaves deben cumplir con determinadas especificaciones de tamaño y escalas (eCFRa). Los registros obtenidos deben ser resguardados por un periodo mínimo de tres años.

metros y escalas de gráficos de los diferentes tipos de autoclaves deben cumplir con determinadas especificaciones de tamaño y escalas (eCFRa). Los registros obtenidos deben ser resguardados por un periodo mínimo de tres años.

También es importante señalar que aunque el agua que se utiliza en la preparación de alimentos en la industria es potable, en la etapa de preenfriamiento y enfriamiento del proceso térmico, el agua utilizada para tal fin debe de ser desinfectada con cloro antes de cada uso sucesivo para prevenir crecimiento bacteriano y mantener una buena sanitización en la planta (eCFRa). El registro de la verificación de las concentraciones de cloro en el agua debe hacerse continuamente durante un día de producción. Las concentraciones deben ser como mínimo de 0.5 mg/kg de cloro residual (NOM-130-SSA1-1995, sección 6.9).

Registro de desviaciones

Durante el procesamiento térmico se pueden presentar ciertas desviaciones de proceso, las cuales pueden ser variaciones en el tiempo o en la temperatura, llenado incorrecto, variaciones en la formulación y, por tanto, en las propiedades del producto (ejemplo, consistencia). Cualquiera que sea la desviación, ésta debe ser registrada, evaluada y tratada según el plan de acciones correctivas

establecido por el procesador. En caso de que el proceso térmico programado no se alcance, debe de ejecutarse el reproceso del producto o implementar un proceso alternativo que garantice la inocuidad y esterilidad comercial del producto. El manejo de las desviaciones del proceso térmico se indica en la NOM-130-SSA1-1995, sección 6.10 y en CFR 21 parte 113.89 (eCFRa).

LOS ESTABLECIMIENTOS DEBEN DESTINAR UN ÁREA DE CUARENTENA PARA EL CONTROL INTERNO DE UNA MUESTRA DE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS.

Los establecimientos deben destinar un área de cuarentena para el control interno de una muestra de la producción de alimentos con pH mayor a 4.6, con el fin de comprobar que la manipulación de los ingredientes antes del tratamiento térmico, el enfriamiento y el cierre del envase fueron los adecuados. Durante este tiempo se realizarán pruebas de incubación de 30 a 37 °C durante un periodo de 10 a 14 días, para después efectuar análisis microbiológicos (NOM-130-SSA1-1995 sección 6.11 y 7.1).

Aunque el proceso programado aplicado al alimento enlatado es diseñado para garantizar la inocuidad del alimento, el seguimiento de los controles mencionados será muy importante para mantener el producto con esta característica.

Codificación y etiquetado

Una vez que el alimento ha sido procesado térmicamente, el agua remanente del enfriamiento se elimina haciendo pasar a las latas por un flujo de aire. Posteriormente, el producto es codificado y etiquetado. La codificación deberá de realizarse en la superficie de la lata con tintas permanentes y se indicará el lote, año, mes y día de fabricación. Esta información es importante para mantener la trazabilidad del lote producido, especialmente en el caso de que tenga que llevarse a cabo un retiro de producto en anaquel. Así mismo, se deberá indicar la fecha de consumo preferente del producto.

Se debe de asegurar que la etiqueta es colocada con el adhesivo adecuado para que permanezca en el envase hasta el consumo del alimento. La información en la etiqueta debe de cumplir con lo establecido en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 y con otras normas de etiquetado aplicables.

Embalaje y almacenamiento

En el embalaje de las latas se debe usar material resistente que ofrezca protección adecuada a los envases para impedir su deterioro exterior, a la vez que facilite su manipulación, almacenamiento y distribución (NOM-130-SSA1-1995

sección 11.2). Esta operación puede ser automática o manual y, en ambos casos, se debe de evitar el maltrato de la lata ya que esto podría afectar la inocuidad o la calidad del producto.

La resistencia y flexibilidad de los recubrimientos internos que actualmente se colocan a la lata evitan el contacto de ésta con el alimento cuando el golpe en el envase es ligero. Sin embargo, golpes severos pueden ocasionar una ruptura del recubrimiento y la exposición de la hojalata con el alimento, lo cual podría resultar en cambios de color o sabor del mismo por migración de algunos componentes de la misma. En el peor escenario, un golpe severo puede resultar en la fisura de la hojalata y en la infiltración de microorganismos, los cuales se desarrollarán si las condiciones de oxígeno y temperatura son adecuadas.

Una vez realizado el embalaje, el producto se coloca en tarimas con un acomodo definido estable para evitar caídas y maltrato de las latas. La parte final es el almacenamiento de las tarimas con el producto, en donde las áreas destinadas a esta tarea deben de contar con las condiciones de temperatura, humedad e iluminación adecuadas, además de tener un programa permanente de control de plagas. Es importante mantener un control de la temperatura de almacenamiento en un valor máximo de 30 °C.

Efectos del calor en alimentos

Además de la muerte térmica de microorganismos, existen otros cambios que ocurren en alimentos sujetos a altas temperaturas, algunos de ellos son deseados, como la degradación de enzimas, pero otros pueden considerarse como indeseados, como el cambio de color, la pérdida de textura o la degradación de vitaminas y otros componentes nutricionales (Lewis *et al.*, 2000). Cabe señalar que estos cambios también ocurren en la preparación casera de alimentos

EN EL EMBALAJE DE LAS LATAS SE DEBE DE USAR MATERIAL RESISTENTE QUE OFREZCA PROTECCIÓN ADECUADA A LOS ENVASES PARA IMPEDIR SU DETERIORO EXTERIOR.

como resultado de los efectos del calor, algunos de estos cambios se explican ampliamente en el Capítulo 4. Para contrarrestarlos, en muchas ocasiones es necesario hacer uso de aditivos alimentarios. Sin embargo, es importante

que el proceso térmico se diseñe para cumplir tanto con la inocuidad como con la calidad del producto. Los aditivos alimentarios no deben usarse para cubrir malas prácticas en el procesamiento de alimentos. Por otra parte es necesario implementar procedimientos para controlar los procesos de modo más efectivo, estableciendo criterios de control, monitoreo del proceso y acciones para corregir desviaciones, previniendo así, posibles problemas. El tratamiento térmico programado de un alimento enlatado asegura la obtención de un

producto inocuo hasta que el envase es abierto, por tanto, no se requiere el uso de conservadores.

En la mayoría de los casos, los aditivos incorporados en alimentos procesados también pueden encontrarse de manera natural y en algunos casos son extraídos de fuentes naturales (Fenemma, 2008). Existen listados muy completos de los diferentes aditivos permitidos para alimentos y las dosis máximas de uso. El CFR 21 parte 172 (eCFRc), CODEX STAN (1995), NOM-130-SSA1-1995 y el Acuerdo de aditivos (2012) da referencia de esto. A continuación se mencionan brevemente algunos de los aditivos que pueden ser utilizados en alimentos enlatados.

EXISTEN SABORIZANTES NATURALES, IDENTICOS AL NATURAL Y ARTIFICIALES.

1. Estabilizantes y espesantes. Se incluyen hidrocoloides como la goma xantana, goma guar, carboximetilcelulosa, pectina y almidón de maíz, papa o arroz. Su función es estabilizar emulsiones, suspensiones, mejorar la textura y viscosidad. Son derivados de fuentes naturales, aunque algunos son modificados químicamente para mejorar su funcionalidad tal es el caso del almidón de maíz.

2. Potenciadores de sabor. Los más usados son cloruro de sodio y glutamato monosódico:

- El cloruro de sodio, comúnmente llamado sal, es el potenciador de sabor más accesible y comúnmente utilizado. Sin embargo, también tiene otras funciones como antimicrobiano, principalmente por la reducción de actividad de agua en el alimento, estabilización de emulsiones, mejora la consistencia en algunos alimentos y mejora la solubilización de ingredientes (*Institute of Medicine*, EU, 2010).
- Glutamato monosódico (GMS) se encuentra naturalmente en algas, quesos, salsa de pescado, salsa de soya, frijoles de soya fermentados, jitomate, champiñones, entre otros. El ácido L - glutámico es el aminoácido que naturalmente compone el GMS y para obtener el efecto potenciador es necesario que no esté ligado a alguna proteína. Procesos como fermentación, maduración, añejamiento y cocción por calor resultan en la liberación de glutamato de los complejos proteicos (Jinap y Hajeb, 2010). Mucha controversia ha existido sobre la aparente toxicidad encontrada a este ingrediente, sin embargo, desde 1958 este aditivo fue catalogado como seguro por la FDA designándolo como *Generally Recognised As Safe (GRAS)* (USDDHHS, 1958, citado por Jinap, 2010) y un gran número de estudios han corroborado dicho estatus (para más detalle el lector es referido a la revisión realizada por Geha, Beiser, Ren, Patterson, Greenberger *et al.*, 2000 y a FDA, 1995). Por otro lado, se han encontrado individuos que pueden presentar ciertos malestares al ingerir

GMS (Geha *et al.*, 2000, Jinap, 2010) a partir de lo cual en las etiquetas de alimentos se coloca de manera opcional la leyenda: "Contiene: glutamato monosódico".

3. Colorantes y saborizantes. Existe una gran variedad de colorantes y saborizantes que se puede agregar a los alimentos, tanto naturales como artificiales. Entre los factores que definen qué colorante o saborizante usar están el pH del alimento, el tratamiento térmico programado, el costo y la dosis. Algunos colorantes artificiales no son permitidos en alimentos como el verde #2 y rojo #2 (*Color Additive Status List*, 2015). Un listado completo se puede encontrar en CFR 21 parte 73 y 74 (eCFRe, eCFRd).

Conclusión

Dentro de las principales operaciones para obtener un alimento procesado térmicamente en un envase hermético, como una lata, se incluye el acondicionamiento de las materias primas, la preparación, el llenado, cerrado de envases y tratamiento térmico. En cada etapa es necesario cubrir requerimientos y controles dictados por normatividades nacionales e internacionales. El proceso térmico programado al cual se somete el alimento es diseñado específicamente para el tipo de alimento, envase y equipo para asegurar la obtención de un producto inocuo de calidad sensorial y nutricia. Sin embargo, dichas condiciones pueden resultar en un detrimento de algunas propiedades sensoriales y el uso de aditivos alimentarios será necesario.

Bibliografía

ACUERDO por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias (2012). *Diario Oficial Mexicano*.

Berry, M.R., y Pflug, I.J. (2003). Canning. En *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Vol. 2 (2^{da} ed.). Academic Press.

CODEX STAN (1995). Norma General para los Aditivos Alimentarios 192. Revisión 2015.

Downing, D. (1996a). *A Complete Course in Canning. Volumen 1, Fundamental information on canning*. New York: Woodhead Publishing Limited.

Downing, D. (1996b). *A Complete Course in Canning. Volumen 2, Microbiology, packaging, HACCP and ingredients*. New York: Woodhead Publishing Limited.

eCFRa. En U.S. Government Publishing Office (GPO). Electronic Code Federal Regulation (eCFR). Title 21: Food and Drugs. Chapter I. Food and drug administration, department of health and human services. Subchapter B. Food for human consumption. Part 113. Thermally processed low-acid foods packaged in hermetically sealed containers. Subpart E. Production and Process Control. §113.89. Deviations in processing, venting or control of critical factors.

https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=806f605cb0ce53d75b38f4ce7813ee40&mc=true&node=se21.2.113_189&rgn=div8

eCFRb. En U.S. Government Publishing Office (GPO). Electronic Code Federal Regulation (eCFR). Title 21: Food and Drugs. Chapter I Food and drug administration, department of health and human services. Subchapter B. Food for human consumption. Part 114. Acidified Foods. <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=29043d410359e71cdebbd4c086e50cd9&mc=true&node=pt21.2.114&rgn=div5>

eCFRc. En U.S. Government Publishing Office (GPO). Electronic Code Federal Regulation (eCFR). Title 21: Food and Drugs. Chapter I. Food and drug administration, department of health and human services. Subchapter B. Food for human consumption. Part 172. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption. <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=-29043d410359e71cdebbd4c086e50cd9&mc=true&node=pt21.3.172&rgn=div5>

eCFRd. En U.S. Government Publishing Office (GPO). Electronic Code Federal Regulation (eCFR). Title 21: Food and Drugs. Chapter I. Food and drug administration, department of health and human services. Subchapter A. General. Part 73. Listing of color additives exempt from certification. <https://www.ecfr.gov/>

cgi-bin/text-idx?SID=04f7421c84c7f13cd041bdd76839cadd&mc=true&no-de=pt21.1.73&rgn=div5

eCFRe. En U.S. Government Publishing Office (GPO). Electronic Code Federal Regulation (eCFR). Title 21: Food and Drugs. Chapter I. Food and drug administration, department of health and human services. Subchapter A. General. Part 74. Listing of color additives subject to certification. <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=04f7421c84c7f13cd041bdd76839cadd&mc=true&no-de=pt21.1.74&rgn=div5>

Eifert, J. D., Fletcher, M.A. y Kang D. (2006). Microbiology of Food Systems. En *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, Vol. 1. Florida: CRC Taylor Francis Group.

Escartín, E. F. (2000). *Microbiología e Inocuidad de los Alimentos*. Universidad Autónoma de Querétaro.

FDA. 1995. En U. S. Department of Health and Human Services. U. S. Food and Drug Administration (FDA). FDA Backgrounder. August 31, 1995. http://www.emagill.com/rants/fda_msg.pdf

FDA. 2015. En U. S. Department of Health and Human Services. U. S. Food and Drug Administration (FDA). Color Additive Status List. Obtenida el 18 de mayo de 2016, de <http://www.fda.gov/ForIndustry/ColorAdditives/ColorAdditiveInventories/ucm106626.htm#reflist1>

FDA. 2016. En U. S. Department of Health and Human Services. U. S. Food and Drug Administration (FDA). Questions & Answers on Bisphenol A (BPA) Use in Food Contact Applications. <http://wayback.archive-it.org/7993/20161022045936/http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm355155.htm>

Fennema, R.O. (2008). *Fennema's Food Chemistry*. (4^{ta} ed.). Florida: CRC Taylor Francis Group.

Food and Drug Administration, (2012). Bad Bug Book, *Clostridium botulinum*. En *Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins*. (2^{da} ed.). US.

Geha, R. S., Beiser, A., Ren, C., Patterson, R., Greenberger, P. A., Grammer, L. C., & Corren, J. (2000). Review of alleged reaction to monosodium glutamate and outcome of a multicenter double-blind placebo-controlled study. *The Journal of nutrition*, 130(4S Suppl), 1058S-1062S.

Gould, G.W. (2000). Strategies for Food Preservation. En: *The Microbiological Safety and Quality of Food*. Vol. I

History of Canmaking (2010). The French Connection. *THE CANMAKER*. Sayers Publishing Group.

IFT/FDA Report, (2001a). Factors that Influence Microbial Growth. En *Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods*. U.S. Food and Drug Administration.

IFT/FDA Report, (2001b). Effect of Preservation Technologies and Microbiological

Inactivation in Foods. En *Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods*. U.S. Food and Drug Administration.

Institute of Medicine (US) Committee on Strategies to reduce Sodium Intake. (2010). Preservation and Physical Property Roles of Sodium in Foods. En *Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States*. Washington (DC): National Academies Press.

Jay, J. M., (1996). *Modern Food Microbiology*. (3^{ra} ed.). Nueva York: Chapman & Hall.

Jinap, S., & Hajeb, P. (2010). Glutamate. Its applications in food and contribution to health. *Appetite*, 55(1), 1-10.

Larousse, J., y Brown, B.E. (Eds.). (1997). *Food Canning Technology*. Nueva York: Wiley-VCH.

Lewis, M. y Heppell, N. (2000). *Continuous Thermal Processing of Foods, Pasteurization and UHT Sterilization*. Maryland: Aspen Publishers, Inc.

Norma Mexicana, NMX-F-478-NORMEX-2005, Alimentos- Frijoles envasados- Especificaciones y Métodos de prueba. *NORMEX*.

Norma Mexicana, NMX-FF-038-SCFI-2013, Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - fabáceas - frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) - Especificaciones y métodos de prueba. *Secretaría de Comercio y Fomento Industrial*.

NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria.

Norma Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias. *Secretaría de Salud*.

Norma Oficial Mexicana, NOM-120-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas. *Secretaría de Salud*.

Rahman, M. S., (Ed.). (2007). *Handbook of Food Preservation* (2^{da} ed.). Florida: CRC Taylor Francis Group.

Robertson, G. L., (2012). *Food Packaging. Principles and Practice*. (3^{ra} ed.). Florida: CRC Taylor Francis Group.

Solomon, H. M. y Lilly T., Jr. (2001). *Clostridium botulinum*. En *Bacteriological Analytical Manual*. U.S. Food and Drug Administration.

Tucker, G. y Featherstone, S. (2011). *Essentials of Thermal Processing*. Oxford: Wiley Blackwell.

U. S. Department of Health and Human Services. U. S. Food and Drug Administration (FDA).

U. S. Government Publishing Office (GPO). Electronic Code Federal Regulation (eCFR).

Weddig, L.M., Science, G.M.A., Foundation F. *Alimentos Enlatados: Principios de Control del Proceso Térmico, Acidificación y Evaluación del Cierre de los Envases*. (2007), (7ª ed.). Washington, D.C.: Fundación de Ciencia y Educación de la GMA.

Capítulo 4

EFFECTO DEL PROCESO DE ENLATADO SOBRE LOS NUTRIMENTOS

M. Ángeles Valdivia-López y Q.F.B. Julieta Sandoval Guillén
Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química,
Universidad Nacional Autónoma de México

Enlatado

El enlatado es uno de los procesos de conservación de alimentos más estudiado, utilizado y extendido. Los alimentos enlatados son consumidos por millones de personas anualmente porque permiten la disponibilidad de gran diversidad de productos todo el año. En general, cualquier proceso térmico que se aplica a los alimentos implica cambios en los componentes; se sabe que lo severo o intenso de los cambios que sufren los nutrimentos está en función de factores inherentes a los alimentos como su composición, el pH, la actividad de agua, entre otros, y a factores extrínsecos como la temperatura y el tiempo del proceso.

Una percepción generalizada que los consumidores tienen acerca de los alimentos enlatados es que no son tan nutritivos como los alimentos frescos o conservados por otros procesos; sin embargo, esta percepción no es exacta, ya que en la actualidad los alimentos enlatados son procesados adecuadamente y, en la mayoría de los casos, proporcionan cantidades aceptables de nutrimentos.

Existen cientos de artículos de divulgación que evidencian y reportan diversos aspectos que han sido investigados y que han representado un avance importante en el conocimiento de este proceso térmico de conservación.

Alimentos de origen animal

En la literatura hay gran cantidad de trabajos que han analizado el contenido de nutrimentos en diferentes productos de origen animal enlatados. Desde inicios del siglo XX fueron estudiados, por ejemplo, los productos marinos. En uno de los primeros estudios, Neilands y sus socios, examinaron en 1947 el contenido de vitaminas A, B y D en seis especies diferentes de pescado en conserva. Los resultados después del procesamiento mostraron ausencia de tiamina (B1), posiblemente debido a la acción de la que ellos nombran "tiaminasa". Reportaron que la riboflavina (B2), el ácido pantoténico (B5) y la biotina (B7) se mantuvieron; en general, las muestras fueron una buena fuente de ácido nicotínico (B3), piridoxina (B6) y vitamina D. Con la excepción del ácido fólico, el contenido de vitamina B en las conservas de pescado estudiadas fue comparable con el de otros alimentos ricos en proteínas como las carnes de especies terrestres, los huevos y el queso. Además, mostraron que el pescado enlatado puede considerarse también una excelente fuente de vitamina D y pobre en vitamina A. Estos estudios fueron de relevancia para la época ya que detallaban los cambios por el proceso en microcomponentes como las vitaminas.

En 1973, Wituszynska evaluó también el contenido de vitaminas en pescado fresco y enlatado estudiando el efecto del almacenamiento. Este autor reportó que después de un año de almacenamiento de las conservas, se perdieron cantidades considerables de riboflavina (B2), ácido nicotínico (B3), ácido pantoténico (B5), y piridoxina (B6), en promedio 33, 38, 60 y 52%, respectivamente, en comparación con los productos frescos. Consecutivamente, Wituszynska (1981) realizó mediciones para investigar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre el contenido de tiamina (B1) y piridoxina (B6) en conservas de pescado posteriores a dos años. Las condiciones fueron de refrigeración (4 °C) y de temperatura ambiente (entre 18 y 29 °C). Observó un contenido de tiamina de 9%, registrándose un incremento de 18% en este nutrimento cuando las conservas de pescado fueron almacenadas en condiciones de refrigeración con respecto al producto almacenado a temperatura ambiente. De la misma manera, las pérdidas de vitamina B6 más altas se observaron en los productos almacenados a temperatura ambiente en comparación con los que se mantuvieron en condiciones de refrigeración.

El control del proceso sobre la pérdida de vitaminas es un factor esencial, como se destacó en el estudio de Davidson (1992). En este caso se analizó comida enlatada para gato y se observó el desarrollo de signos clínicos relacionados con la deficiencia de tiamina en una marca patentada que contenía cantidades inadecuadas de la vitamina. Cinco de los gatos murieron, pero los demás se recuperaron después de la terapia apropiada.

En México se consumen cantidades apreciables de atún, principalmente, y de sardinas enlatadas. Se han realizado estudios en productos nacionales para evaluar el efecto del proceso sobre micronutrientes en atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en aceite y sardina en salsa

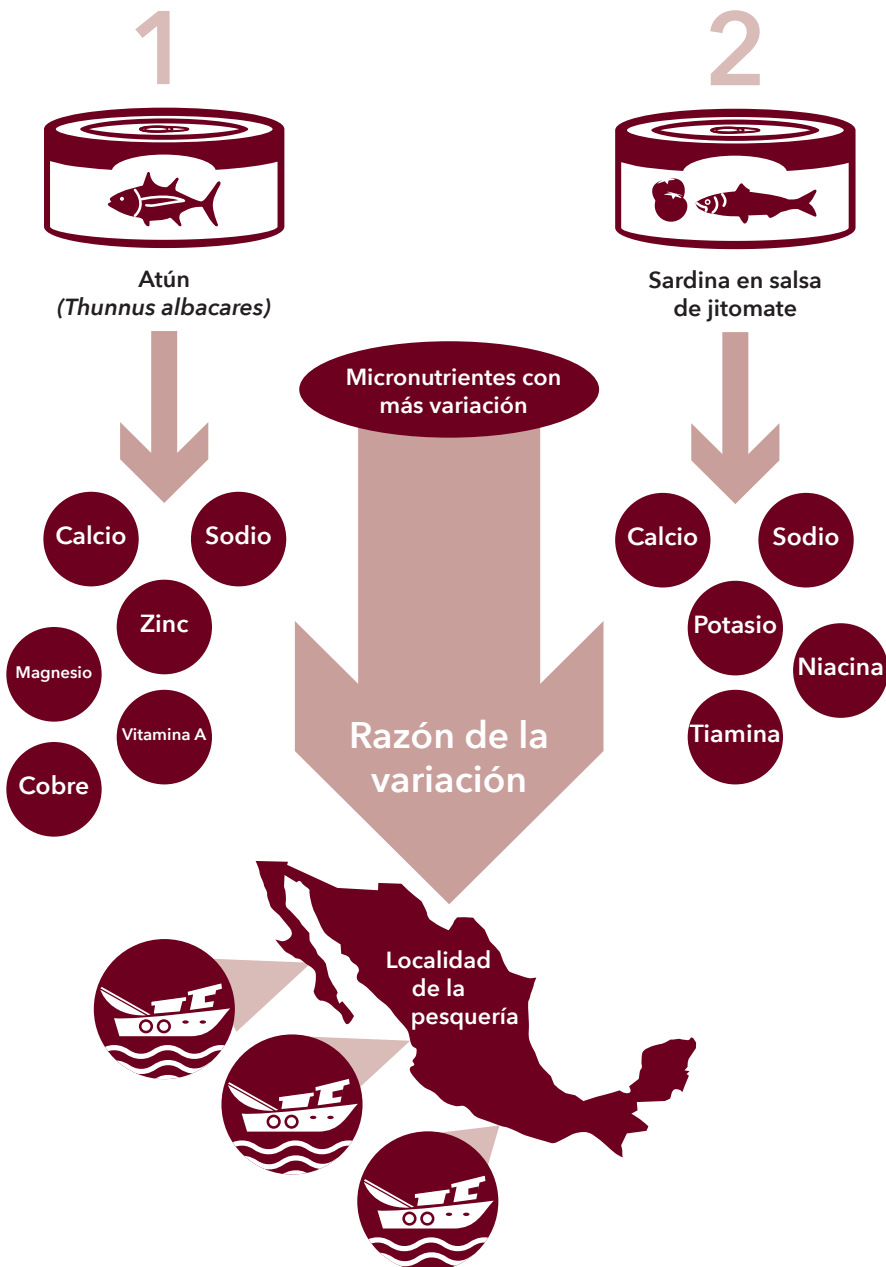
EL PESCADO ENLATADO PUEDE CONSIDERARSE UNA EXCELENTE FUENTE DE VITAMINA D. de jitomate procedentes de diferentes localidades de la costa del Pacífico mexicano (Castro *et al.*, 1998). En dicho

estudio se demostró que el contenido de micronutrientes puede variar no necesariamente por el proceso, sino dependiendo de la localidad de la cual proviene la pesquería. Los minerales con mayor variación fueron calcio, sodio y zinc, y la vitamina A, cobre y magnesio para el atún y calcio, sodio, zinc, tiamina y niacina para la sardina.

En años más recientes (Quintral *et al.*, 2006) estudiaron el efecto de la temperatura sobre las propiedades nutrimentales de retención de tiamina y la medición del color en salmón enlatado (*Salmo salar*). Establecieron que el valor de la tiamina se vio afectado por temperaturas altas y tiempos de exposición. La mayor retención de tiamina se obtuvo en el salmón enlatado esterilizado a 114 °C durante 89 minutos. Por su parte, el color en el salmón enlatado difirió del estado

crudo, observando una pérdida de coloración roja y una mayor claridad de la carne. Por otro lado, Mohan y sus compañeros (2014) evaluaron el efecto de diferentes vegetales (maíz bebé, chícharo y brócoli), añadidos como ingredientes en conservas de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) sobre las características de penetración de calor y cambios de calidad del alimento. Registraron que el atún enlatado con chícharo y maíz presentó mejor calidad sensorial, mientras que el atún con brócoli y el atún sin vegetales presentaron una menor penetración del calor. Este resultado es relevante debido a los cambios físicos que se presentan como el incremento de la dureza y disminución en la cohesividad.

Figura 1 Consumo de pescado enlatado en México



Alimentos de origen vegetal

Una de las primeras investigaciones relacionadas con los cambios en el contenido de vitaminas en alimentos vegetales enlatados fue la publicada en la revista *The Lancet* (Anónimo, 1938) que resultó un estudio pionero en la evaluación del posible efecto del enlatado sobre las vitaminas y, es de resaltar, que se contemplaron aspectos térmicos y de solubilidad de las vitaminas B1 y C. Posteriormente, Ives y Pollard (1946) evaluaron el efecto del almacenamiento sobre el contenido de piridoxina, biotina y ácido fólico en muestras de alimentos vegetales enlatados (espárragos, zanahorias, frijoles, maíz, jugo de toronja, duraznos, chícharos, espinacas y jitomates) después de seis semanas. Se estableció que el maíz y los jitomates son excelentes fuentes de piridoxina. Resulta interesante observar que las mediciones de ácido fólico fueron realizadas por métodos microbiológicos utilizando *Lactobacillus casei* y *Streptococcus lactis*.

Una revisión exhaustiva de los factores que influyen en el contenido de vitaminas en alimentos enlatados fue realizada a finales de los años 40 por Clifcorn (1948). Su aportación radica en que describe la variación en la distribución de nutrientes en las porciones sólidas y líquidas de los productos, y el efecto de la preparación y operación durante el proceso de

EL MAÍZ Y LOS JITOMATES SON EXCELENTE FUENTES DE PIRIDOXINA.

enlatado en conservas como los jugos de cítricos, el jugo de jitomate y otros, y sobre los vegetales y frutas. También aborda temas como la esterilización, el almacenamiento, tipo de contenedor y su efecto sobre los alimentos. Factores importantes a enfatizar son los relacionados con la industria y su compromiso con la determinación sobre en qué parte del curso de las operaciones se pierden estos nutrientes y cómo mediante cambios en la práctica y/o equipos, estas pérdidas pueden minimizarse.

Es claro que cualquier proceso térmico de conservación tiene un efecto en el mismo momento de tratamiento sobre los componentes, y que el tiempo y la temperatura aplicados deberán asegurar en buena medida la conservación de los nutrimentos y la inocuidad de los productos durante la cadena de distribución y almacenamiento hasta el consumo. Condiciones como temperatura, presencia de oxígeno y humedad relativa durante el almacenamiento, influyen en la estabilidad de los alimentos procesados por cualquier método de conservación. De los primeros reportes publicados sobre este tema destaca el de Feaster y sus colaboradores (1949), que estudiaron el efecto del almacenamiento sobre las vitaminas y la calidad de los alimentos enlatados. Los autores hacen énfasis en que a pesar de que los alimentos enlatados se encuentran entre los más estables, no están exentos de presentar cambios físicos y químicos durante el almacenamiento.

Mencionan también que las vitaminas, el ácido ascórbico y la tiamina se ven afectados en el almacenamiento y que la retención del ácido ascórbico está influida principalmente por el tipo de producto, la cantidad de oxígeno y el tipo de envase, siendo la temperatura el factor más importante.

LA RETENCIÓN DE VITAMINA A, BETA CAROTENO, VITAMINA B2 Y NIASINA PROCESADOS CON CALOR NO VARÍA EN COMPARACIÓN CON LOS MÉTODOS DE PREPARACIÓN EN CASA.

La calidad de los alimentos enlatados se puede evaluar mediante color, sabor, aroma y textura, los cuales, a su vez, están influidos por las condiciones de almacenamiento. Concluyeron que a temperaturas moderadas (menores a 21 °C), el almacenamiento parece no tener efecto negativo en la calidad de la mayoría de los alimentos enlatados por un año. Sin embargo, en alimentos más sensibles se pueden evidenciar cambios menores en el sabor, por lo que las condiciones de almacenamiento habituales son de importancia comercial.

En años posteriores Teply y su equipo, (1953) aportaron información que en su momento apoyó a los nutriólogos en la planificación de menús, estudiando la composición de los alimentos por medio de análisis proximal y el contenido de vitaminas en 48 productos enlatados. Reportaron que los productos como jugo de piña, maíz, jitomate, cerezas y cárnicos presentaron niveles altos de vitamina B6. Por otra parte, productos como las espinacas, espárragos, frijoles, chícharos, moras, pollo deshuesado y ostras, fueron los más altos en ácido fólico.

En 1974, después de treinta años de investigación, The National Canners Association realizó una revisión acerca del valor nutritivo de los alimentos vegetales enlatados y encontró que la mayor parte de los datos publicados anteriormente eran válidos, a pesar de los cambios significativos que habían tenido lugar en las prácticas agrícolas. Una de las conclusiones del estudio fue que no se registraron grandes diferencias en los valores promedio de nutrimentos en ese periodo, y que éstas se podían atribuir a las variaciones estacionales y a las diferencias en los procesos.

Como se ha comentado, una percepción frecuente en el consumidor es que los alimentos enlatados tienen menor calidad nutritiva que los preparados caseramente. En 1977 se publicó un estudio donde se comparan los resultados reportados en la literatura acerca de la pérdida de vitamina A, beta caroteno, vitamina B1, B2, niacina y vitamina C en conservas procesadas con calor (principalmente verduras, frutas y carne), con las pérdidas de vitaminas en los mismos productos preparados en casa. Los resultados demostraron que la retención de vitamina A, beta caroteno, vitamina B2 y niacina procesados con calor no varía en comparación con los métodos de preparación en casa. También menciona que la pérdida de vitamina C y B1 es mayor que otras vitaminas en ambos tipos de procedimientos (Hottenrith, 1977).

Actualmente, se ha establecido con certeza que una de las vitaminas hidrosolubles más lábiles es el ácido ascórbico. Su descomposición puede darse indistintamente bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas e implica cambios en la coloración contribuyendo al obscurecimiento vía no enzimática. Uno de los productos intermediarios es el furfural y uno de los estudios que aborda este aspecto demuestra que los mecanismos aeróbicos y anaeróbicos son los principales responsables de la descomposición de la vitamina C en los productos a base de jugos embotellados y enlatados (Nagy, 1980).

Posteriormente, Ewaidah (1988) estudió las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas de jugos enlatados producidos localmente en Arabia Saudita, almacenados a temperaturas controladas de 5, 24 y 42 °C en condiciones de almacenamiento ambientales (promedio de 33 °C) durante 12 meses. Concluyeron que el tiempo de almacenamiento estuvo relacionado con la pérdida de vitamina C, sacarosa, de vacío y con el aumento en azúcares reductores. En la actualidad, se ha establecido que la secuencia de reacción que sufren los azúcares durante el tratamiento térmico, que puede ser por reacciones de deshidratación o por reacciones iniciales de Maillard, donde se explica la formación de intermediarios como el furfural y el hidroximetilfurfural (HMF), entre otros compuestos, que son precursores de compuestos coloridos conocidos como melanoidinas.

De manera adicional, en la última década se han reportado algunos aspectos novedosos que pueden influir y explicar la variabilidad en las concentraciones de las vitaminas que presentan los vegetales enlatados, así como su comparación

UNA DE LAS VITAMINAS HIDROSOLUBLES MÁS LÁBILES ES EL ÁCIDO ASCÓRBICO O VITAMINA C.

con otros métodos de conservación (Pighín y Rossi, 2010; Perez-Lopez 2010; Olubunmi y Olalekan, 2011; Padmavati y Anandharamakrishnan, 2013), entre ellos se encuentran: factores genotípicos,

prácticas en la poscosecha, relación tiempo-temperatura del tratamiento, líquidos de preservación empleados en las conservas, tipo de empaque y material de las latas.

En la actualidad hay sectores de la población que han puesto énfasis sobre el consumo de comida saludable, por lo que hay un interés en estudiar y evaluar cómo la conservación de alimentos puede afectar el contenido de algunos microcomponentes cuyo consumo es altamente recomendable. En este sentido, es claro que existe suficiente evidencia científica y reportes que prueban la importancia de los antioxidantes, así como sus estructuras y propiedades químicas. También hay un creciente interés en la identificación de posibles fuentes potenciales para la obtención y extracción eficiente de los diversos compuestos que presentan actividad antioxidante. Uno de los estudios destacables es de Korus y Lisiewska (2011), quienes evaluaron el efecto del procesamiento y el

método de preservación en el contenido de compuestos antioxidantes (vitamina C, contenido de polifenoles y actividad antioxidante total). Analizaron hojas frescas de col rizada, hojas después de blanquear o cocinar, hojas congeladas y en conserva; encontraron que las hojas frescas registraron altas concentraciones de polifenoles (384.9 mg/100g) y de vitamina C (112.1 mg/100 g), además de un nivel de actividad antioxidante total de 1175 mM de Trolox en 100 g. En cuanto a los métodos de conservación, la congelación fue el mejor debido a que la pérdida de componentes nutritivos fue menor en comparación con las conservas. En función al tiempo de almacenamiento durante un año, las hojas congeladas presentaron valores que oscilaron entre los 82.9 y 171.3 mg/100 g para polifenoles y de entre 39.3 y 65.4 mg/100 g para la vitamina C; así como una actividad antioxidante total de entre 501 y 681 mM de Trolox en 100 g. Los valores de estas mismas características en conservas fueron de entre 91.3 y 94.1 mg/100 g; 16.1 y 19.3 mg/100 g, y de 268 y 293 mM de Trolox en 100 g, para estas mismas variables, respectivamente.

HAY UN INTERÉS EN ESTUDIAR Y EVALUAR CÓMO LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS PUEDE AFECTAR EL CONTENIDO DE ALGUNOS MICROCOMPONENTES CUYO CONSUMO ES ALTAMENTE RECOMENDABLE.

Del mismo modo, Durst y Weaver (2013) analizaron el contenido nutrimental de duraznos frescos y enlatados, para evaluar si los duraznos en conserva podían ofrecer niveles de nutrimentos comparables con duraznos frescos. Evaluaron el contenido de vitaminas A, C, E, ácido fólico, antioxidantes, polifenoles y carotenoides totales para conocer cómo se ven afectados por el proceso de envasado y almacenamiento. Se registró que, en general, aunque hay diferencias en los valores, el contenido nutrimental de los duraznos en conserva es comparable con el de los duraznos frescos, al encontrarse una disminución significativa en los componentes evaluados.

Las vitaminas A y E junto con los carotenoides totales disminuyen inmediatamente después de la transformación, pero parecen estabilizarse después de la etapa de procesamiento, lo cual se observa en los cambios mínimos tras el almacenamiento durante tres meses.

Caso de estudio realizado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para la Cámara Nacional de Fabricantes de Envases Metálicos (CANAFEM)

Para el estudio se seleccionaron, por grupo de alimentos, aquellos que fuesen representativos en función de su consumo y popularidad. En el Cuadro 1 se muestran los alimentos analizados. Para los enlatados se analizaron tres marcas distintas, en caso de que estuviesen disponibles comercialmente.

Para evaluar los macronutrientes se emplearon los métodos descritos en el AOAC, 2005: 930.04, 930.05, 978.04, 920.85 y 962.09 para humedad, cenizas, proteína, grasa y fibra cruda, respectivamente; los micronutrientes evaluados fueron minerales (zinc, hierro y calcio) con el método 968.08; se analizaron las vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina, ácido fólico y niacina) de acuerdo con el método reportado por Albalá-Hurtado y sus colaboradores, en el año 2000 y Vitamina C (Zapata y Dufour, 1992).

Cuadro 1. Alimentos estudiados.

| Grupo de alimentos | Alimento seleccionado |
|------------------------|------------------------------|
| Semillas y leguminosas | Frijol negro refrito |
| Frutas | Piña en almíbar y jugo |
| Verduras | Puré de jitomate y chícharos |
| Hongos | Champiñones rebanados |
| Origen animal | Atún en agua |

Fuente: Estudio de la UNAM para CANAFEM.

Los resultados de las determinaciones de cada componente cuantificado en los frijoles negros refritos frescos y enlatados se muestran en el Cuadro 2. Donde se observa que, como lo indica la bibliografía, las leguminosas, en este caso los frijoles negros, son buena fuente de proteína, fibra, minerales, vitaminas y carbohidratos (Silva-Cristobal *et al.*, 2010).

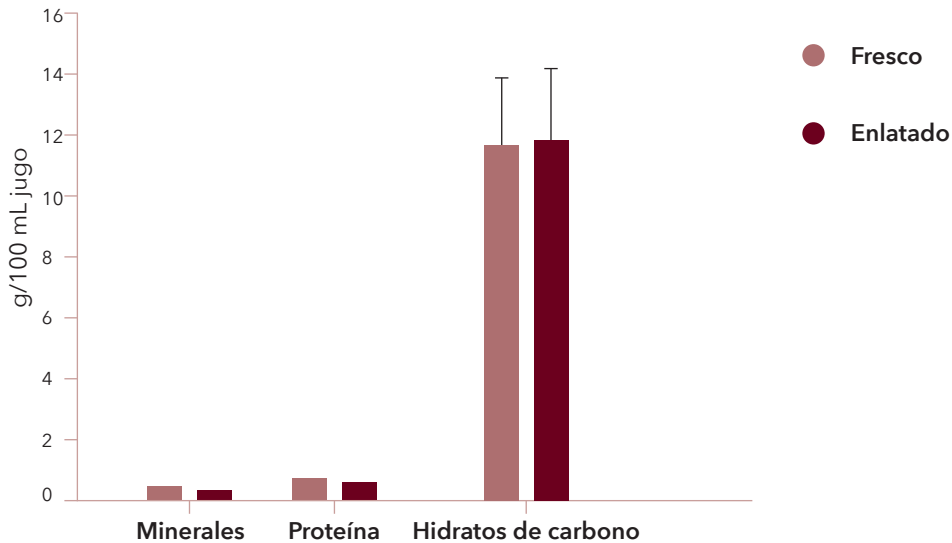
Así mismo se identificó que la composición de los macrocomponentes entre los productos enlatados y los alimentos cocinados en casa o de forma habitual fueron similares, las diferencias encontradas se consideran no asignables al proceso de enlatado y se pueden explicar por las variaciones inherentes a la materia prima y/o a las formulaciones. Para los micronutrientes se encontró que no hay cambios en los minerales; sin embargo, respecto a las vitaminas, el contenido de tiamina presentó mayor variabilidad. Está documentado que hay una pérdida de 40 a 50% de este nutrimento por el proceso de enlatado (Henry y Heppel, 2002); sin embargo, en un producto se encontró que hay mayor concentración de esta vitamina que en el alimento recién preparado, lo que permite suponer que en la misma cocción de los frijoles empieza un deterioro de esta vitamina termolábil.

Cuadro 2. Composición química de frijol negro refrito.

| 100 g producto | Fresco | Enlatado 1 | Enlatado 2 | Enlatado 3 |
|-------------------------|--------|------------|------------|------------|
| Hidratos de carbono (g) | 56.5 | 47.6 | 55.9 | 62.1 |
| Fibra (g) | 7.1 | 9.3 | 8.9 | 7.1 |
| Proteína (g) | 19.1 | 19.3 | 22.2 | 22.9 |
| Grasa (g) | 10.6 | 18.7 | 6.8 | 7.0 |
| Hierro (mg) | 0.9 | 1.2 | 0.9 | 1.1 |
| Calcio (mg) | 7.6 | 10.1 | 7.8 | 7.5 |
| Tiamina (mg) | 0.6 | 0.0 | 1.7 | 0.1 |
| Niacina (mg) | 5.7 | 4.7 | 2.0 | 2.2 |

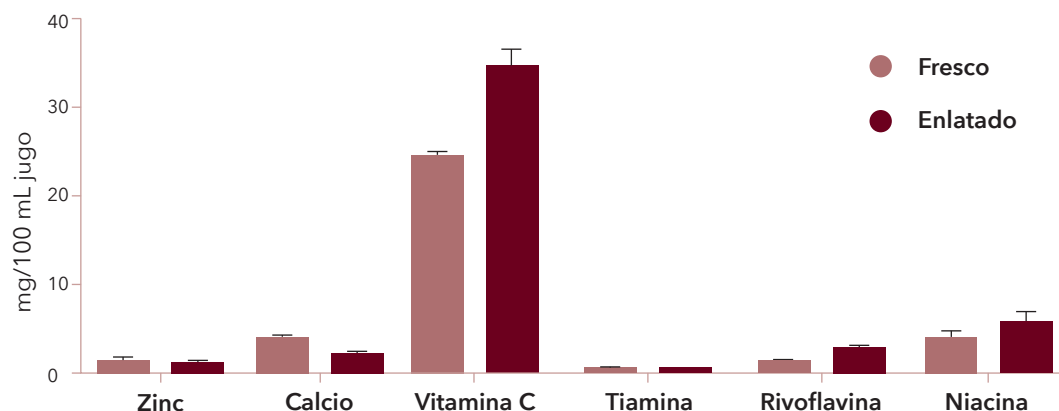
Fuente: Estudio de la UNAM para CANAFEM.

Para el jugo de piña se observa que en la concentración de macronutrientes no hay diferencias relevantes en el contenido entre los jugos analizados (Figura 1).

Figura 1. Contenido de macronutrientes en jugo de piña.

Fuente: Estudio de la UNAM para CANAFEM.

En la Figura 2 se muestran los resultados de los microcomponentes. Se estableció que la concentración de vitamina C es mayor en el jugo enlatado que en el alimento fresco, esto se puede deber a que, como se ha estudiado ampliamente (Feaster, 1944, Rickman *et al.*, 2007a), hay pérdida de esta vitamina por efecto del proceso mismo, razón por la cual es una práctica común enriquecer los jugos con ese nutriente.

Figura 2. Contenido de micronutrientos en jugo de piña.

Fuente: Estudio de la UNAM para CANAFEM.

Los resultados de los análisis realizados a los productos de piña en almíbar se muestran en el Cuadro 3. Al igual que en el jugo de piña, en los macrocomponentes no hay cambios por efecto del procesamiento. En los minerales hay un incremento más evidente en el contenido de calcio con respecto a la piña en almíbar enlatada. Como se sabe, lo anterior se puede deber a las prácticas que se llevan a cabo en las plantas procesadoras, donde generalmente se adicionan sales de calcio para mejorar la textura de la pared celular de frutas y vegetales y/o al empleo de agua dura en el proceso (Rickman *et al.*, 2007b). En el caso de las vitaminas analizadas solo se encontró vitamina C en la piña en almíbar. Se estimó la pérdida de este nutriente por el proceso de enlatado, de 64 a 85%, valores similares a los reportados por Murcia y su equipo, (Murcia *et al.*, 2000) con 84% para brocoli y 62% para espinacas, respectivamente (Jiratanan y Liu, 2004).

Cuadro 3. Composición química de piña en almíbar fresca y enlatada.

| 100 g producto | Fresco | Enlatado 1 | Enlatado 2 | Enlatado 3 |
|-------------------------|--------|------------|------------|------------|
| Hidratos de carbono (g) | 91.0 | 93.3 | 93.1 | 93.4 |
| Fibra (g) | 4.3 | 3.5 | 3.2 | 3.2 |
| Proteína (g) | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.3 |
| Grasa (g) | 1.8 | 0.4 | 0.5 | 0.3 |
| Hierro (mg) | 0.01 | 0.08 | 0.11 | 0.13 |
| Zinc (mg) | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Calcio (mg) | 3.5 | 5.5 | 6.5 | 15.5 |
| Vitamina C (mg) | 5.8 | 1.0 | 2.1 | 0.9 |

Fuente: Estudio de la UNAM para CANAFEM.

De los productos vegetales analizados se seleccionaron los chícharos, zanahorias y el puré de jitomate por ser ampliamente consumidos en México. Nuevamente, al igual que en los productos de frutas, no hay cambios significativos en el contenido de los macrocomponentes (Cuadros 4 y 5).

El contenido de estos nutrimentos puede variar por las diferencias genéticas, factores como el clima, condiciones de los suelos, localización, prácticas culturales, estado de madurez, momento de la cosecha y condiciones de la misma (Makhlouf *et al.*, 1995).

Para los productos enlatados analizados a base de chícharos y zanahorias, los cambios más significativos de los micronutrientes se presentaron en el contenido de vitaminas. En el caso de la vitamina C, se presentó una pérdida de 83 a 98%. Como se mencionó anteriormente, el ácido ascórbico es lábil al procesamiento térmico; es altamente sensible a la oxidación y lixiviación en el medio acuoso durante el procesamiento, almacenamiento, cocción, congelamiento y enlatado de frutas y verduras (Rickman *et al.*, 2007a). La tiamina presentó una pérdida de 40 al 77% debido al proceso de enlatado en los chícharos y zanahorias. Al igual que la vitamina C, su solubilidad en agua la hace propensa al deterioro durante el cocimiento y procesamiento. Como se ha mencionado, es la menos estable al proceso térmico por lo que su pérdida es la más estudiada de todas las vitaminas del complejo B. Sin embargo, las frutas y las verduras generalmente no son buena fuente de tiamina por lo que su retención no es representativa de la calidad de estos tipos de alimentos (Goyal, 2000).

Cuadro 4. Composición química de chícharos y zanahorias frescos y enlatados.

| 100 g producto | Fresco | Enlatado 1 | Enlatado 2 | Enlatado 3 |
|-------------------------|--------|------------|------------|------------|
| Hidratos de carbono (g) | 54.0 | 63 | 65 | 65.9 |
| Fibra (g) | 18.5 | 11.8 | 7.9 | 6.9 |
| Proteína (g) | 21.5 | 18.3 | 21.3 | 18.4 |
| Grasa (g) | 3.1 | 2.6 | 1.6 | 2.3 |
| Hierro (mg) | 3.4 | 3.4 | 0.9 | 1.2 |
| Zinc (mg) | 8.7 | 7.8 | 8.2 | 4.7 |
| Calcio (mg) | 41.6 | 39.3 | 36.1 | 41.0 |
| Vitamina C (mg) | 33.9 | 0.6 | 5.8 | 4.0 |
| Tiamina (mg) | 27.2 | 16.0 | 16.3 | 6.2 |
| Niacina (mg) | 28.0 | 6.7 | 23.5 | 20.3 |

Fuente: Estudio de la UNAM para CANAFEM.

Cuadro 5. Composición química del puré de tomate fresco y enlatado.

| 100 g producto | Fresco | Enlatado 1 | Enlatado 2 | Enlatado 3 |
|-------------------------|--------|------------|------------|------------|
| Hidratos de carbono (g) | 70.0 | 55.0 | 68.9 | 64.0 |
| Fibra (g) | 6.0 | 6.9 | 4.5 | 5.8 |
| Proteína (g) | 14.1 | 15.1 | 9.8 | 11.5 |
| Grasa (g) | 1.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 |
| Hierro (mg) | 3.3 | 27.2 | 0.8 | 2.7 |
| Zinc (mg) | 1.9 | 1.1 | 4.9 | 1.4 |
| Calcio (mg) | 32.7 | 53.0 | 60.5 | 57.7 |
| Vitamina C (mg) | 148.8 | 143.0 | 43.42 | 8.5 |
| Riboflavina (mg) | 33.7 | 11.3 | 16.2 | 31.0 |
| Tiamina (mg) | 0.7 | 3.7 | 0.2 | 0.4 |
| Niacina (mg) | 14.4 | 9.5 | 26.1 | 27.9 |

Fuente: Estudio de la UNAM para CANAFEM.

Para los productos enlatados de puré de jitomate, se encontró un incremento en el contenido de calcio, lo que se puede deber a la adición de sales de este mineral (Feaster, 1944). En cuanto a las vitaminas, nuevamente se encontró pérdida de estos micronutrientes, sin embargo, el intervalo fue de entre 4 y 94%, es decir, es posible encontrar en el mercado productos similares en el contenido de ascórbico en los purés de jitomate recién elaborados y enlatados. En cuanto a otros minerales y vitaminas analizadas no se encontró diferencia significativa en el contenido de estos micronutrientes.

LOS CHAMPIÑONES SON CONSIDERADOS UNA FUENTE IMPORTANTE DE COMPONENTES BENÉFICOS PARA LA SALUD.

Los resultados de los análisis de macro y micronutrientes realizados para las muestras de champiñones cocidos y enlatados se muestran en el Cuadro 6. Los champiñones son considerados una fuente importante de componentes benéficos para la salud, debido a que de los productos analizados, es el alimento donde se encontraron la mayoría de los nutrientes cuantificados. Estos resultados concuerdan con los datos reportados por la USDA (2015).

Cuadro 6. Composición química de champiñones frescos y enlatados.

| 100 g producto | Fresco | Enlatado 1 | Enlatado 2 |
|-------------------------|--------|------------|------------|
| Hidratos de carbono (g) | 39.5 | 40.8 | 42.5 |
| Fibra (g) | 19.2 | 14.7 | 18.9 |
| Proteína (g) | 39.1 | 31.0 | 35.2 |
| Grasa (g) | 1.7 | 3.3 | 2.4 |
| Hierro (mg) | 3.6 | 1.1 | 1.2 |
| Zinc (mg) | 7.4 | 6.1 | 5.2 |
| Calcio (mg) | 13.3 | 32.1 | 15.3 |
| Riboflavina (mg) | 6.2 | 8.6 | 3.6 |
| Tiamina (mg) | 0 | 23.8 | 6.0 |
| Niacina (mg) | 184.1 | 43.1 | 52.2 |

Fuente: Estudio de la UNAM para CANAFEM.

En el contenido de los macronutrimentos, al igual que en la mayoría de los productos enlatados analizados, no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en el contenido de micronutrientes se presentó mucha variabilidad, por lo que no se pudo establecer con exactitud el efecto del procesamiento de enlatado en la estabilidad de estos componentes.

Con relación a productos pesqueros, se eligió al atún en agua como el alimento más representativo de los enlatados de origen animal. Los resultados se muestran en el Cuadro 7, donde se observa que no hay diferencia significativa en el contenido de macro y micronutrientes analizados.

Cuadro 7. Composición química de atún en agua fresco y enlatado.

| 100 g producto | Fresco | Enlatado 1 | Enlatado 2 | Enlatado 3 |
|----------------|--------|------------|------------|------------|
| Proteína (g) | 99.1 | 96.2 | 97.4 | 98.6 |
| Grasa (g) | 0.9 | 3.8 | 2.6 | 1.4 |
| Hierro (mg) | 2.6 | 23.0 | 23.0 | 19.0 |
| Zinc (mg) | 1.6 | 1.6 | 0.9 | 1.1 |
| Calcio (mg) | ND | 7.1 | 8.7 | 5.8 |
| Tiamina (mg) | 0.8 | 1.4 | 4.0 | ND |

Fuente: Estudio de la UNAM para CANAFEM.

Conclusiones

El proceso de preservación de los alimentos ha variado a lo largo de la historia de la humanidad, lo cual ha permitido almacenar alimentos durante distintos periodos de tiempo. La conservación de alimentos mediante el enlatado es uno de los métodos más eficientes utilizados hasta la fecha; sin embargo, ha sido importante documentar cómo varían las características de los alimentos durante este proceso.

El estudio de la preservación, pérdida y variación en las características de los alimentos es fundamental para comprender cómo se puede lograr una mejora

NO HAY UNA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN EL CONTENIDO DE MACRO Y MICRONUTRIENTES ENTRE EL ATÚN FRESCO Y EL ATÚN ENLATADO, QUE ES EL MÁS REPRESENTATIVO DE LOS ENLATADOS DE ORIGEN ANIMAL.

en la calidad de alimentos de origen animal y vegetal. Mientras que los alimentos enlatados son considerados como menos nutritivos que los frescos o preparados en casa, esta revisión e investigación revela que no siempre es cierto. En estudios recientes de los alimentos enlatados de mayor arraigo

en el consumidor mexicano se encontró, en la mayoría de los macronutrientes evaluados, que no se modifican significativamente en su contenido cuando son comparados con alimentos preparados caseramente y se corroboró que las vitaminas tiamina y ácido ascórbico son lábiles a los procesos térmicos.

El conocimiento de los factores que afectan durante el proceso y almacenamiento de los productos enlatados es esencial para tener la posibilidad real de controlar y lograr la producción de alimentos con alta calidad física, química, sensorial y nutrimental.

Bibliografía

Albalá-Hurtado, A. S; Veciana-Nogués, M.T; Vidal-Carou, M.C; and Mariné-Font, A. (2000). *Stability of vitamins A, E and B complex in infant milks claimed to have equal final composition in liquid and powered formulas*: Journal of Food Science, 65, pp. 1052-1055.

Anonymous (1938). *Vitamin content of cooked and canned foods*, UK: *The Lancet*, 232 (6018), pp. 1530-1531.

AOAC (2005). *Official Methods of AOAC International*, 18th Ed., Gaithersburg: AOAC International.

Castro-González, M. I., Pérez-Gil Romo, F., Jáuregui, Ma. E. C., Silva, Ma. E. J. (1998). *Minerals and vitamins in yellow fin tuna (Thunnus albacares) oil canned, from the Mexican Pacific*, México: Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 48 (3), pp. 265-268.

Clifcorn, L. E. (1948). *Factors Influencing the Vitamin Content of Canned Foods*. *Advances in Food Research*, 1 (C), USA: Academic Press Inc, Publishers, pp. 39-104.

Davidson, M. G. (1992). *Thiamin deficiency in a colony of cats*. *Veterinary Record*, 130 (5), pp. 94-97.

Durst, R. W. A., Weaver, G. W. B. (2013). *Nutritional content of fresh and canned peaches*, *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93 (3), pp. 593-603.

Ewaidah, E. H. (1988). *Studies on commercially canned juices produced locally in Saudi Arabia: Part 2. Physicochemical, organoleptic and microbiological assessment*. *Food Chemistry*, 29 (2), pp. 81-96.

Feaster, J. F. (1949). *Nutritive Values of Canned Fruits and Vegetables*, *American Journal of Public Health*, 34, pp. 193-197.

Feaster, J. F. , Tompkins, M. D., Pearce, W. E. (1949). *Effect of storage on vitamins and quality in canned foods*, *Food research*, 14 (1), pp. 25-39.

Goyal R. K. (2000). *Nutritive value of fruits, vegetables, and their products*, en *Postharvest Technology of Fruits and Vegetables*, Nueva Delhi: Indus Publishing, New Delhi.

Henry, C. J. K. y Heppell, N. (2002). *Nutritional losses and gains during processing: future problems and issues*, *Proceedings of the Nutrition Society*, 61, pp. 145-148.

Hottenrith, B. (1977). *Behavior of vitamins during sterilization of canned food and preparation of home meals*, *verpackungs - Rundschau*, 28 (4), pp. 29-36.

Ives, M. y Pollard, A. E. (1946). *The nutritive value of canned foods; pyridoxine, biotin and folic acid*. *The Journal of nutrition*, 31, pp. 347-353.

Jiratanan T. y Liu R. H. (2004). *Antioxidant activity of processed table beets (Beta vulgaris var. conditiva) and green beans (Phaseolus vulgaris L.)*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, pp. 2659-2670.

Korus, A. y Lisiewska, Z. (2011). *Effect of preliminary processing and method of preservation on the content of selected antioxidative compounds in kale (Brassica oleracea L. var. acephala) leaves*. *Food Chemistry*, p. 129 (1), pp. 149-154.

Makhlouf, J., Zee, J., Tremblay, N., Bklanger, C., Michaud M. A. y Gosseliud, A. (1995). *Some nutritional characteristics of beans, sweet corn and peas (raw, canned and frozen) produced in the province of Quebec*. *Food Research International*, 28, 3, pp. 253-259.

Mohan, C. O. A., Remya, S. B., Ravishankar, C. N. A., Vijayan, P. K. A., Srinivasa Gopal, T. K. C. (2014). *Effect of filling ingredient on the quality of canned yellowfin tuna (Thunnus albacares)*. *International Journal of Food Science and Technology*, 49 (6), pp. 1557-1564.

Murcia, M. A., López-Ayerra B., Martínez-Tomé, M., Vera, A. M. y García-Carmona, F. (2000). *Evolution of ascorbic acid and peroxidase during industrial processing of broccoli*. *Journal Science of Food Agriculture*, 80, pp. 1882-1886.

Nagy, S. (1980). *Vitamin C contents of citrus fruit and their products: A review*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28 (1), pp. 8-18.

National Canners Association (1974). *Resurvey of the nutrient content of canned foods*. *Nutrition Reviews*, 32 (1), pp. 27-28.

Neilands, J. B., Strong, F. M. y Elvehjem, C. A. (1947). *The nutritive value of canned foods; vitamin content of canned fish products*. *The Journal of nutrition*, 34 (6), pp. 633-643.

Olubunmi Shakpo, I. A. y Olalekan Arawande, J. B. (2011). *Effects of storage and packaging materials on some physicochemical properties and sensory and microbiological parameters of pineapple juice (Ananas comosus)*. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, 54 (1), pp. 14-18.

Padmavati, R. y Anandharamakrishnan, C. (2013). *Computational fluid dynamics modeling of the thermal processing of canned pineapple slices and titbits*. *Food and Bioprocess Technology*, 6 (4), pp. 882-895.

Perez-Lopez, A. J. (2010). *Quality of canned mandarin as affected by preservation liquid*. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 30 (4), pp. 1105-1113.

Pighín, A. F. y Rossi, R. A. L. (2010). *Fresh, frozen and canned spinach: Vitamin C content before and after cooking*. *Revista Chilena de Nutrición*, 37 (2), pp. 201-207.

Quitral, V. A., Romero, N. C., Ávila, L. C., Marín, M. E. C., Nuñez, H. C. y Simpson, R. B. (2006). *Thiamine retention as a function of thermal processing conditions: Canned salmon*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56 (1), pp. 69-76.

Rickman, J. C., Barrett, D. M. y Bruhn, C. M. (2007). *Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, pp. 930-944.

Rickman, J. C., Barrett, D. M. y Bruhn, C. M. (2007b). *Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber compounds. Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, pp. 1185-1196.

Silva-Cristobal, L., Osorio-Diaz, P., Tovar, J. y Bello-Pérez, L. A. (2010). *Chemical composition, carbohydrate digestibility, and antioxidant capacity of cooked black bean, chickpea, and lentil Mexican varieties. Composición química, digestibilidad de carbohidratos, y capacidad antioxidante de variedades mexicanas cocidas de frijol negro, garbanzo y lenteja. C y TA - Journal of Food*, 8:1, pp. 7-14.

Teply, L. J. A., Derse, P. H. A., Krieger, C. H. A., Elvehjem, C. A. B. (1953). *Nutritive value of canned foods - Vitamin B6, folic acid, beta-carotene, ascorbic acid, thiamine, riboflavin, and niacin content and proximate composition. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1 20, pp. 1204-1207.

US Department Agriculture (USDA), (2015). *Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. USA: USDA National Nutrient Database for Standard Reference*, Release 28. Disponible en: www.ars.usda.gov/nea/bhnrc/ndl Última consulta 8 abril 2016.

Wituszynska, B. (1973). *Determination of some vitamins B in fresh and canned fish. Bromatologia I Chemia Toksykologiczna*, 6 (1), pp. 13-22.

Wituszynska, B. (1981). *Study on thiamine and vitamin B6 content in canned fish stored under different temperature conditions. Bromatologia I Chemia Toksykologiczna*, 14 (3-4), pp. 239-242.

Zapata, S. y Dufour, J.P. (1992). *Ascorbic, dehydroascorbic and isoascorbic acid simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC. Journal of Food Science*, 57, pp. 506-511.

Capítulo 5

MARCO REGULATORIO DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS QUE GARANTIZA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA PARA EL CONSUMIDOR

M. en C. Rocío Alatorre Eden-Wynter
Q. F. B. Nydia Coyote Estrada
Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
(COFEPRIS)

Introducción

El marco regulatorio de los alimentos enlatados es el conjunto de lineamientos técnicos, basados en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico, orientados a garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos y/o bebidas que se comercializan en envases metálicos. Esto significa que está hecho para garantizar la salud de los consumidores en los aspectos vinculados a los materiales que están en contacto con los alimentos, tipo de envase, tapas, recubrimientos, pegamentos e incluso tintas de impresión usadas en etiquetas. Muchas veces se cree que los envases para alimentos son elementos inertes que se usan para mantener al alimento separado del medio que lo rodea para evitar que se contamine pero, si bien es una de las finalidades que se persiguen, los materiales empleados en los envases son un elemento de vital importancia para mantener la inocuidad y calidad de los alimentos.

Bajo ningún concepto los envases deben dar lugar a migraciones de sus componentes a los alimentos en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud humana, provocar una modificación inaceptable de la composición del alimento o producir una alteración de sus características sensoriales.

En este sentido, la regulación es una herramienta de apoyo a la administración pública con relación a la salud, su aplicación es un aval de confianza tanto para el gobierno como para la población. Adicionalmente, la aplicación de la normatividad ofrece otros beneficios a la sociedad, como los siguientes:

1. Ayuda a optimizar la gestión de las empresas, disminuyendo los costos.
2. Permite la interoperabilidad entre productos y procesos.
3. Aumenta la aceptación de los productos por parte del mercado mediante la referencia al cumplimiento de normas.
4. Elimina barreras técnicas en el mercado nacional y para la exportación a terceros países.
5. Favorece el establecimiento de redes de contacto y la colaboración con otras organizaciones del sector.
6. Proporciona información sobre las tendencias del mercado y la evolución del estado del arte.
7. Como herramienta de vigilancia permite acceder a la información de los resultados de la innovación.

En México, el marco regulatorio de los alimentos deriva del artículo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el cual establece el derecho de todas las personas a la protección de la salud, así como a una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. Por su parte, la Ley General de Salud delinea las políticas sobre su control sanitario y, de manera más amplia, en el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, se determina en su artículo cuarto que la Secretaría de Salud establecerá y actualizará las normas la clasificación, disposiciones y especificaciones sobre los productos, servicios, actividades y establecimientos, objeto del mismo, entre los que están incluidos los alimentos y bebidas enlatadas.

En la Figura 1 se esquematiza el marco jurídico que aplica la autoridad, que regula las actividades de control y vigilancia sanitaria de los alimentos y que debe observar la industria que los elabora, así como las especificaciones que deben cumplir todos los productos que se comercialicen en el territorio nacional.

Figura 1. Marco jurídico para control y vigilancia sanitaria de los alimentos.



Fuente: M.en C. Rocío Alatorre Eden-Wynter y Q. F. B. Nydia Coyote Estrada.

Normas nacionales

Conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN) las normas pueden ser de dos tipos: aquellas que tienen un carácter obligatorio y las que son adoptadas de manera voluntaria por la industria, ambas son utilizadas como referencia para probar la inocuidad y calidad de los productos.

Las normas de observancia obligatoria se denominan Normas Oficiales Mexicanas y se identifican por llevar en su clave las siglas NOM, son expedidas por la autoridad competente que, para el caso de los alimentos procesados,

corresponde a la Secretaría de Salud por medio del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario que preside la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), dependencia responsable de la regulación y control de dichos alimentos.

Las normas voluntarias, conocidas como Normas Mexicanas, llevan las siglas NMX y son elaboradas generalmente por los Organismos Nacionales de Normalización o por la Secretaría de Economía.

El proceso para la elaboración de ambos tipos de normas está regulado por la misma LFMN y su respectivo Reglamento en donde se indican claramente los pasos a seguir, los sectores que deben participar y los tiempos que se deben cumplir para determinadas etapas, así como, que deben ser publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) para consulta pública durante 60 días naturales como proyecto de NOM, periodo en el cual los interesados, es decir, cualquier persona, pueden presentar comentarios, debiendo ser revisados por el comité y, en su caso, considerados en el proyecto. Posteriormente las respuestas a comentarios y la NOM definitiva son también publicados en el DOF.

EL ARTÍCULO CUARTO DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS ESTABLECE EL DERECHO DE TODAS LAS PERSONAS A LA PROTECCIÓN DE LA SALUD.

Normas obligatorias

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), como ya se mencionó, son regulaciones técnicas que tienen diversos propósitos, las relacionadas con alimentos generalmente establecen características y/o especificaciones que deben reunir los productos o sus procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la salud humana o determinar la información sanitaria, comercial, de higiene y requisitos que deben cumplir las etiquetas, los envases, el embalaje y la publicidad de los productos para dar información al consumidor, entre otros.

Es importante mencionar que en el desarrollo de una Norma Oficial Mexicana relacionada con alimentos se toman como base los documentos emitidos por la Comisión del *Codex Alimentarius*, del que México forma parte, y que incluye normas, códigos de prácticas, directrices y recomendaciones orientados a la protección de la salud de los consumidores pudiendo decir que la mayor parte de las NOM sobre alimentos en materia sanitaria se encuentran armonizadas con las normas del *Codex Alimentarius*.

Actualmente en México los alimentos enlatados están sujetos a una regulación sanitaria que podemos clasificar de dos tipos: las normas de tipo horizontal

que son aplicables a todos los alimentos y bebidas, y las normas particulares ya sea para un grupo o para una categoría de alimentos. Dentro de las normas de tipo horizontal que deben observar los alimentos y bebidas enlatados están las normas:

NOM-251-SSA1-2009. *Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.* Establece los requisitos mínimos de buenas prácticas que deben aplicarse en el proceso de todos los alimentos y bebidas a fin de evitar que puedan contaminarse durante su proceso y representar un riesgo a la salud de los consumidores. No obstante que la NOM-251 es una norma horizontal, resulta de particular interés para la industria procesadora de alimentos enlatados al establecer los defectos que determinan que un producto enlatado pueda ser rechazado.

NOM-051-SCFI/SSA1-2010. *Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. Información comercial y sanitaria.* Esta norma señala la información sanitaria y comercial que deben incluir las etiquetas de los alimentos y bebidas destinados a ser consumidos en el territorio nacional, siendo la principal referencia en materia de etiquetado.

Entre las normas particulares tenemos las que establecen especificaciones ya sea para regular una categoría de alimentos o a un grupo de alimentos de diferentes categorías, pero que son sometidos a un mismo proceso y/o que utilizan

EL OBJETIVO DE LA NORMA 002-SSA1-1993 ES ELIMINAR EL RIESGO DE INTOXICACIÓN POR CONSUMO DE ALIMENTOS CONTAMINADOS CON PLOMO.

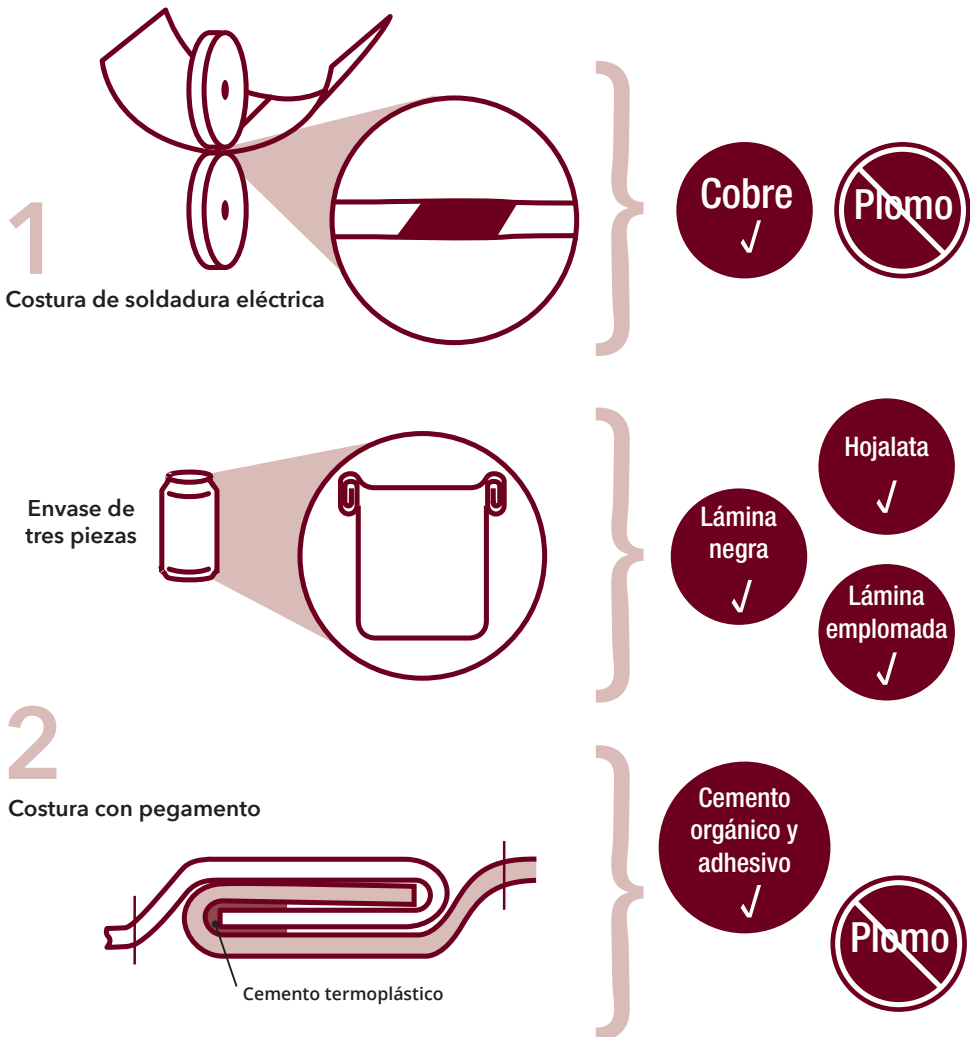
un mismo tipo de envase, independientemente del alimento de que se trate, como es el caso de los alimentos enlatados, ya que sabemos la variedad de éstos en el mercado, con formas y tamaños distintos. Podemos encontrar: pescados, verduras, frutas, carnes, sopas, platillos preparados o jugos, por mencionar algunos. En este grupo tenemos dos normas; una orientada a regular el cierre del envase metálico y otra para el tratamiento térmico al que son sometidos gran parte de los productos enlatados.

NOM-002-SSA1-1993. *Salud ambiental. Bienes y servicios. Envases metálicos para alimentos y bebidas. Especificaciones de la costura. Requisitos sanitarios.* El objetivo de esta norma es eliminar el riesgo de intoxicación por consumo de alimentos contaminados por plomo, derivado del uso de soldadura estaño-plomo para el cierre de la costura de los envases metálicos destinados a contenerlos, quedando estrictamente prohibido en esta norma el uso de soldaduras que contengan plomo.

Así mismo, establece las especificaciones que deben cumplir los dos tipos de cierre o costura lateral a utilizar en el cuerpo de los envases metálicos de tres

piezas, que puede ser costura con soldadura eléctrica o costura con pegamento o cementada. Además, establece las especificaciones para el cerrado de los envases o costura lateral, usado para unir los extremos de la lámina que forma el cuerpo principal del envase de tres piezas y que proporciona un cierre hermético, debiendo ser uno de los dos tipos siguientes:

1. Costura de soldadura eléctrica (envases para productos alimenticios y bebidas)
2. Costura con pegamentos o cementada (envases para productos alimenticios secos o en polvo)



Dentro de las especificaciones considera:

1. No se permite el uso de las soldaduras que contengan plomo.
2. Para los cuerpos cilíndricos de los envases de tres piezas debe usarse cualquiera de los tipos de material especificados en la NOM-EE-9: lámina negra, hojalata y lámina emplomada.

3. En la soldadura eléctrica debe usarse alambre de cobre que sirva como electrodo.
4. En la costura con pegamento o cementada se utilizan, preferentemente, variedades de cemento termoplástico orgánico y adhesivo a base de poliamidas.

El método de prueba será esencialmente visual.

NOM-130-SSA1-1995. *Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.* Esta norma establece las disposiciones y especificaciones sanitarias

ENTRE LAS NORMAS PARTICULARES TENEMOS UNA ORIENTADA A REGULAR EL CIERRE DEL ENVASE METÁLICO Y OTRA PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO.

que deben cumplir los alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Los productos objeto de esta norma se clasifican por su naturaleza (tipo de tratamiento térmico y el pH del producto

final) en tres grupos: alimentos en recipientes de cierre hermético con pH menor a 4.6; alimentos envasados en recipientes de cierre hermético con pH mayor a 4.6 y otros productos con las mismas características y sujetos al mismo proceso.

Esta norma establece disposiciones sanitarias, como:

1. Las sustancias que se utilicen para cubrir el interior de los envases se encuentran establecidos en el Apéndice Normativo A incluyendo oleorresinas, resinas fenólicas, resinas epóxicas, resinas epoxifenólicas modificadas (blanco universal) y pasta de aluminio.

Y específicamente para el proceso:

1. Las máquinas de cierre deben estar ajustadas al tipo de envase y supervisadas por personal competente.
2. Durante la operación de cierre de los envases se prestará especial atención para que sean herméticos y seguros, supervisándolos continuamente y llevando los registros correspondientes.
3. El tratamiento térmico debe ser capaz de destruir o inactivar los gérmenes patógenos y toda espora de microorganismos patógenos, entre otros.

Otorga especificaciones físicas, como pH, y microbiológicas como mesofílicos anaerobios, mesofílicos aerobios, mohos y levaduras viables, termofílicos anaerobios y termofílicos aerobios. Establece límites para metales pesados y metaloides, los cuales dependerán de las características del alimento.

Las NOM-002-SSA1-1993 y NOM-130-SSA1-1995 se pueden considerar normas horizontales para este sector y, por tanto, las más importantes. Para la autoridad sanitaria, es en cambio, uno de sus grandes pendientes dado que ambas normas no han sido actualizadas de manera integral desde su emisión. Las soldaduras con plomo se dejaron de usar en México desde hace varios años, al igual que en la mayoría de los países, por lo que se podría decir que la norma cumplió su cometido y en su próxima revisión podrían ser eliminadas las disposiciones al respecto.

La NOM-130 ha tenido al menos dos modificaciones parciales, una para alinear las disposiciones de etiquetado tras la emisión de la NOM-051 en el 2010 y otra como resultado de los cambios realizados en la estructura del marco regulatorio en materia de aditivos alimentarios en 2012, no obstante que la revisión de los aditivos permitidos para los productos objeto de la norma se deberá llevar a cabo con la revisión integral de la misma.

LAS SOLDADURAS CON PLOMO SE DEJARON DE USAR EN MÉXICO DESDE HACE VARIOS AÑOS.

A fin de atender este pendiente, en el año 2015 se inició la revisión integral de la NOM-130 tanto por parte de la industria (CANACINTRA) como por parte de la COFEPRIS y se espera contar con un borrador del anteproyecto en el presente año para incluir el tema en el Programa de Normalización respectivo e iniciar su proceso de actualización.

Por otra parte, en función de los alimentos o bebidas, se debe cumplir con las NOM particulares para el tipo de producto del cual se trate, entre las que podemos mencionar:

NOM-213-SSA1-2002. *Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.*

NOM-242-SSA1-2009. *Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.*

NOM-243-SSA1-2010. *Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.*

Los establecimientos donde se procesan productos de la pesca enlatados adicionalmente deben cumplir con la norma:

NOM-128-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Que establece la aplicación de un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en la planta industrial procesadora de productos de la pesca.*

Con la emisión de la NOM-128, México fue uno de los primeros países en establecer como obligatoria la aplicación del sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos (HACCP, por sus siglas en inglés) lo que permitió mejorar el control sanitario en los productos de la pesca y, consecuentemente, expandir las exportaciones de estos productos, pero principalmente mejorar su inocuidad.

CON LA EMISIÓN DE LA NOM-128, MÉXICO FUE UNO DE LOS PRIMEROS PAÍSES EN ESTABLECER COMO OBLIGATORIO LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS.

El sistema HACCP es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse en el ensayo del producto final; su aplicación deberá fundamentarse en pruebas científicas de peligros para la salud humana. Su aplicación facilita la vigilancia por parte de la autoridad e incrementa la confianza en la inocuidad de los productos, aunque también es aplicable a otros aspectos sobre la calidad de los alimentos.

Normas voluntarias

Las normas voluntarias elaboradas principalmente por los organismos de normalización generalmente se orientan a regular aspectos de calidad sobre un producto determinado y, en algunos casos, retoman especificaciones de la NOM a fin de conjuntar en un solo documento la normatividad que debe cumplir el producto en particular y, de esta forma, facilitar su aplicación y cumplimiento. Pueden también establecer límites más estrictos para los mismos parámetros que contemplan las normas de cumplimiento obligatorio, pero en ningún caso podrán contener especificaciones inferiores a las establecidas en las normas oficiales mexicanas. De existir controversias mercantiles, se pueden tomar de referencia para resolverla, a falta de una norma oficial.

Las normas voluntarias para alimentos enlatados, específicamente para diferentes especies de productos de la pesca, establecen parámetros de calidad, como características sensoriales y de apariencia, por ejemplo el aspecto externo de la lata y si existen defectos en el envase, por mencionar algunas; a partir de los cuales se determina el grado de calidad, basado en un sistema de deducción de puntos a partir de la base 100, sumando el total de las deducciones aplicadas y restándolo de la base para obtener la calificación final del producto. Además existe una norma sobre los términos utilizados (NMX-FE-010), algunas se muestran a continuación:

NMX-F-519-SCFI-2011. *Productos de la pesca - Almejas en salsa marinera enlatadas (zamburiñas) - Especificaciones.*

NMX-F-537-SCFI-2009. *Productos de la pesca - Almejas ahumadas enlatadas en aceite - Especificaciones.*

NMX-F-561-SCFI-2000. *Productos de la pesca - Angulas en aceite de oliva enlatadas - Especificaciones.*

NMX-F-562-SCFI-2000. *Productos de la pesca - Angulas de surimi en aceite enlatadas - Especificaciones.*

NMX-F-567-SCFI-2000. *Productos de la pesca - Rodajas de arenque en aceite enlatadas - Especificaciones.*

NMX-F-179-SCFI-2001. *Productos de la pesca - Sardinias y pescados similares enlatados - Especificaciones.*

NMX-F-220-SCFI-2011. *Productos de la pesca - Productos alimenticios para consumo humano - Atunes y pescados similares enlatados en aceite - Especificaciones.*

NMX-F-355-SCFI-2009. *Productos de la pesca - Mejillones enlatados - Especificaciones.*

NMX-F-363-SCFI-2001. *Productos de la pesca - Camarones enlatados en salmuera - Especificaciones.*

NMX-F-450-SCFI-2001. *Productos de la pesca - Camarones al ajillo enlatados - Especificaciones.*

NMX-F-505-SCFI-2004. *Productos de la pesca - Ostiones ahumados enlatados en aceite - Especificaciones.*

NMX-F-514-SCFI-2011. *Productos de la pesca - Camarones a la ranchera enlatados - Especificaciones.*

NMX-F-539-SCFI-2009. *Productos de la pesca - Filetes de anchoa en aceite enlatados - Especificaciones.*

NMX-F-564-SCFI-2000. *Productos de la pesca - Boquerones fritos de malaga enlatados - Especificaciones.*

NMX-F-581-SCFI-2002. *Productos de la pesca - Surtido de mariscos al natural enlatados - Especificaciones.*

NMX-EE-010-NORMEX-2004. *Envase y embalaje - Envases metálicos para contener alimentos - Terminología.*

Normas internacionales

A nivel internacional el *Codex Alimentarius* es el punto de referencia más importante en materia de alimentos. El *Codex* es un programa conjunto de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la elaboración de normas alimentarias internacionales, cuya finalidad es garantizar alimentos inocuos y de calidad a todas las personas en cualquier lugar y garantizar prácticas equitativas en el comercio alimentario.

Las normas del Codex están basadas en la mejor información científica disponible, respaldada por organismos internacionales independientes de evaluación de riesgos. En su elaboración participan más de 180 países, incluido México. Las normas del *Codex Alimentarius* son los documentos base en la solución de diferencias comerciales por la Organización Mundial de Comercio (OMC) conforme lo establece el Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias.

En este punto, es importante mencionar que los documentos del *Codex Alimentarius* también son utilizados como referencia en las materias o temas para

LAS NORMAS DEL CODEX ESTÁN BASADAS EN LA MEJOR INFORMACIÓN CIENTÍFICA DISPONIBLE.

los que no se cuenta con normatividad nacional. Existen normas del *Codex* en todos los ámbitos relacionados con la inocuidad y calidad de los alimentos. Para el caso concreto de los alimentos enlatados se tienen, al igual que en la

normatividad nacional, normas de tipo horizontal, es decir, de aplicación para todos los alimentos enlatados y normas particulares para una determinada categoría o un producto específico.

En la normatividad nacional existen normas de aplicación para todos los alimentos, equivalentes a las de prácticas de higiene, de etiquetado y normas horizontales para alimentos enlatados. Se comentan a continuación:

CAC/GL 17-1993 *Directrices sobre procedimientos básicos para la inspección visual de lotes de alimentos envasados.* Tiene por objetivo establecer procedimientos básicos para las personas encargadas de la inspección visual de lotes de alimentos envasados para detectar defectos inaceptables, entendiéndose éstos como aquéllos en que se observan señales visibles de que un envase metálico no ha sido cerrado herméticamente o que se ha producido una proliferación microbiana en el contenido del envase.

Indica la necesidad de que la evaluación se realice por un experto en envasado, el cual valora mediante inspección la aceptabilidad e inocuidad de un lote considerando que algunos defectos de los envases pueden incrementar el potencial de contaminación microbiológica de los alimentos y la adopción de planes de muestreo basados en procedimientos estadísticos.

Enfatiza la importancia de reconocer que la *inspección* de muestras para detectar defectos, por sí sola no puede proporcionar el mismo nivel de seguridad que las buenas prácticas de fabricación, por dos razones: 1) no todos los defectos son detectables por inspección visual y 2) existen limitaciones en cuanto a los recursos disponibles para la aplicación de planes de muestreo basados en procedimientos estadísticos.

Así mismo, indica que para realizar apropiadamente la operación de muestreo es necesario que:

1. Todos los envases del lote sean accesibles.
2. Se disponga de suficiente espacio e iluminación en el lugar de inspección
3. Se cuente con una lente de aumento (de tres a cinco veces), ya que algunos defectos son difíciles de detectar a simple vista.
4. Exista una fuente de iluminación de elevada intensidad para el examen de la superficie de los envases y las etiquetas.
5. Tener a disposición, para consulta, el manual de referencia de los defectos.

En su Apéndice II se establecen los defectos inaceptables, entre los que se encuentran: corrosión externa por perforación, grave abolladura del cuerpo (fractura de la lata con evidente fuga de producto), cuerpo de la lata punzado, hinchazón duro, flexible o soplado, doble cierre incompleto, por mencionar algunos.

CAC/RCP 23-1979 *Código de prácticas de higiene para alimentos poco ácidos y alimentos poco ácidos acidificados envasados.* Este código trata del envasado y tratamiento térmico para alimentos poco ácidos y alimentos poco ácidos acidificados envasados, incluye requisitos de higiene para la zona de producción o recolección, es decir, en la producción primaria, que para el caso de México corresponde a una de las atribuciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Aclara que no se aplica a los alimentos en envases herméticamente cerrados que necesiten refrigeración.

EXISTEN REQUISITOS DE HIGIENE PARA LA ZONA DE PRODUCCIÓN O RECOLECCIÓN, ESTA ES UNA DE LAS ATRIBUCIONES DE LA SAGARPA.

Establece disposiciones para:

1. **Requisitos de higiene en la zona de producción/recolección.** Por ejemplo: protección contra la contaminación por desechos, eliminación de materias primas claramente inadecuadas.
2. **Proyecto y construcción de las instalaciones.** Por ejemplo: abastecimiento de agua, instalaciones para el almacenamiento de desechos y materias no comestibles.
3. **Establecimiento: requisitos de higiene.** Ejemplo: limpieza y desinfección, programa de inspección de la higiene.
4. **Higiene personal y requisitos sanitarios.** Ejemplo: capacitación sobre la higiene, lavado de las manos.

5. Establecimiento: requisitos de higiene en la elaboración. Por ejemplo: prevención de la contaminación de ingredientes de materia prima y de productos, empleo de agua, envasado.

6. Especificaciones aplicables al producto terminado. Por ejemplo: los productos deberán ser comercialmente estériles y no deberán contener ninguna sustancia originada por microorganismos en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud.

Cabe señalar que en el apartado de requisitos de higiene en la elaboración, se establecen disposiciones referentes al envasado, donde destacan el almacenamiento y las características de los materiales de envasado, uso apropiado de los envases, llenado de los envases de productos, inspección de envases cerrados, por mencionar algunos. Adicionalmente el código presenta cinco anexos de los cuales el denominado *Alimentos poco ácidos acidificados envasados*, aplica a la fabricación y elaboración de alimentos poco ácidos envasados que, antes de

EXISTEN DIRECTRICES PARA LA RECUPERACIÓN DE ALIMENTOS ENVASADOS EXPUESTOS A CONDICIONES ADVERSAS.

ser envasados, han sido acidificados, fermentados y/o encurtidos para que su pH de equilibrio sea de 4.6 o menor, después del tratamiento térmico. Y excluye a las bebidas y alimentos ácidos, alimentos ácidos que contengan pequeñas cantidades de alimentos

poco ácidos, pero cuyo pH resultante no difiera sensiblemente del pH del alimento ácido predominante y los alimentos sobre los que hay pruebas científicas que demuestren claramente que el producto no contribuye a la proliferación de *Clostridium botulinum*, donde el pH no excede de 4.7.

Dicho anexo contiene las mismas disposiciones que el Código, con algunas diferencias, como las siguientes:

- 1.** En el apartado 7, establecimiento: requisitos de higiene en la elaboración, se especifica que el blanqueo por calor, cuando sea necesario, debe ir seguido de un enfriamiento rápido de los alimentos o de una pronta elaboración ulterior.
- 2.** En cuanto al establecimiento de tratamientos programados, también muestra ligeras modificaciones, debiendo considerar adicionalmente el tiempo necesario para alcanzar el pH de equilibrio; la composición o formulación del producto, incluidas las tolerancias dimensionales de los ingredientes sólidos, dosis y los tipos de sustancias conservadoras.
- 3.** En equipo y procedimientos para los sistemas de acidificación y tratamiento térmico se especifica que el fabricante deberá aplicar procedimientos adecuados de control para asegurar que los productos terminados no presenten ningún riesgo para la salud.

4. En el procedimiento de acidificación directa, se muestran a manera de numeración, más no de exclusividad, opciones de acidificación:
- i. blanqueado de los ingredientes del alimento en soluciones acuosas acidificadas;
 - ii. inmersión del alimento blanqueado en soluciones ácidas;
 - iii. acidificación discontinua directa;
 - iv. adición directa de una cantidad determinada previamente de ácido a cada envase durante la producción;
 - v. adición de alimentos ácidos a alimentos poco ácidos en proporciones controladas y ajustándose a formulaciones específicas.

El **Anexo IV, Directrices para la recuperación de alimentos envasados expuestos a condiciones adversas**, proporciona directrices para la recuperación de alimentos envasados, fabricados, que se sospecha se han contaminado o se han hecho de cualquier otra forma, no idóneos para el consumo humano, como consecuencia de haber estado sometidos a condiciones adversas, como inundaciones, incendios u otros accidentes durante su almacenamiento, transporte y/o distribución. Estas directrices se han elaborado para hacer posible la recuperación de alimentos envasados que no hayan resultado afectados por dichas condiciones y reducir la pérdida de alimentos que estén en buenas condiciones, así como para evitar la venta o distribución de alimentos envasados que tal vez no sean ya idóneos para el consumo humano.

EL CÓDIGO DE PRÁCTICAS DE HIGIENE PARA ALIMENTOS POCO ÁCIDOS Y ALIMENTOS POCO ÁCIDOS ACIDIFICADOS ENVASADOS INCLUYE REQUISITOS DE HIGIENE PARA LA ZONA DE PRODUCCIÓN O RECOLECCIÓN.

Finalmente, en el **Anexo V Procedimientos básicos para determinar las causas microbiológicas del deterioro de alimentos poco ácidos y alimentos poco ácidos acidificados envasados**, se resumen los procedimientos para establecer las causas del deterioro microbiológico en alimentos poco ácidos y alimentos poco ácidos acidificados envasados; se incluyen referencias de técnicas apropiadas que se utilizarán en la investigación de las causas del deterioro microbiológico y no para determinar la ausencia total de organismos viables en un envase cualquiera ni para determinar la esterilidad comercial de un lote. Estos métodos podrán utilizarse también para la identificación inicial de posibles problemas de inocuidad. No tienen por objeto determinar la esterilidad comercial.

Con respecto a las normas particulares, el *Codex* cuenta con gran cantidad de ellas, tanto para categorías de productos en general como las que se mencionan de frutas y de hortalizas, en particular relacionadas con productos de la pesca y frutas en conserva. A manera de ejemplo podemos mencionar las siguientes:

CAC/RCP 2-1969 *Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas en conserva.*

CODEX/STAN 42-1981 *Norma para la piña en conserva.*

CODEX STAN 70-1981 *Norma para el atún y el bonito en conserva.*

CODEX STAN 94-1981 *Norma para las sardinas y productos análogos en conserva.*

CODEX STAN 297-2009 *Norma para algunas hortalizas en conserva.*

CODEX STAN 319-2015 *Norma para algunas frutas en conserva.*

Bibliografía

Secretaría de Economía (1992). *Ley Federal sobre Metrología y Normalización*. México: DOF.

Secretaría de Economía (1999). *Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización*. México: DOF.

Secretaría de Salud. *Ley General de Salud*. México.

Secretaría de Salud (1999). *Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios*. México: DOF.

Secretaría de Salud. Normas Oficiales Mexicanas. Consultado el 7 de septiembre 2017, <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/Normas-Oficiales-Mexicanas.aspx>

Secretaría de Economía. Normas Oficiales Mexicanas. Consultado el 7 de septiembre 2017, <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/>

Codex Alimentarius. Normas oficiales. Consultado el 7 de septiembre 2017, <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/list-standards/es/>

Capítulo 6

ALIMENTOS ENLATADOS Y ALIMENTACIÓN SALUDABLE

M. en C. Elisa Gómez-Reyes

Facultad de Nutrición Humana, Universidad Iberoamericana

M. en C. Carlos Alberto Almanza Rodríguez

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

Introducción

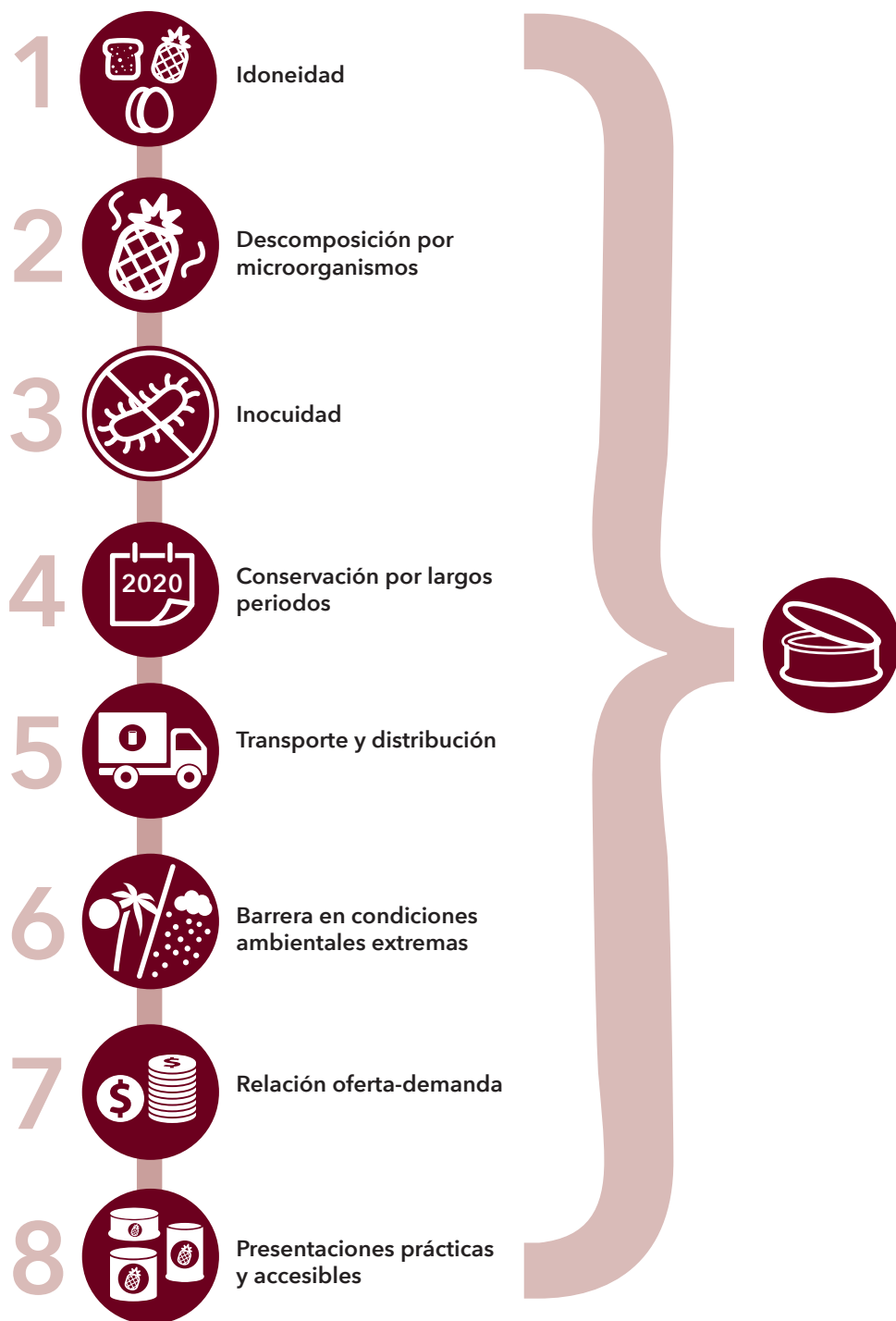
Desde verduras hasta moluscos, desde alimentos aislados hasta recetas completas, la conservación de alimentos mediante enlatado definitivamente se ha posicionado como una de las alternativas más versátiles y convenientes para la gran diversidad de alimentos que reconocemos como parte de la dieta habitual.

Si bien los productos frescos y en su estado natural son la primera opción, la evolución tecnológica, los cada vez más crecientes conocimientos en nutrición humana, el poder adquisitivo, la emigración urbana-rural, los hábitos y el estilo de vida de las poblaciones actuales han jugado un rol determinante en la búsqueda y el desarrollo de las diferentes opciones para conservar, consumir y preparar los alimentos. De modo que es virtualmente posible encontrar alimentos de todo tipo y de diferentes orígenes que al ser tratados térmicamente en envases metálicos de cierre hermético se encuentran disponibles por largos periodos de tiempo y son distribuidos de manera global y segura.

Existen claros ejemplos de alimentos que por su naturaleza no son idóneos para ser sometidos a condiciones de enlatado, como los cereales, o que debido a que no hay una necesidad de conservarlos por largos periodos de tiempo son consumidos casi en estado natural con un procesamiento mínimo, como el caso del huevo. Sin embargo, también hay incontables matrices alimentarias que resulta sumamente conveniente mantener en buen estado mediante esta tecnología. Desde luego, la decisión de conservar ciertos alimentos mediante enlatado depende de muchos factores, entre los que podemos considerar:

1. La idoneidad del enlatado como alternativa de conservación considerando la naturaleza y las propiedades del producto (por ejemplo, conservarlos en el grado adecuado de maduración).
2. Prevenir la descomposición causada por microorganismos en productos que, de otra forma, tendrían un carácter perecedero.
3. Asegurar la inocuidad del alimento al eliminar la presencia de microorganismos patógenos.
4. La necesidad de conservar el alimento por periodos prolongados de tiempo.
5. Simplificar el transporte y la distribución de alimentos, ya sea a nivel global, regional o local, asegurando un fácil acceso a productos en poblaciones distantes.
6. Usar como barrera en condiciones ambientales extremas (por ejemplo, en zonas con altas temperaturas o con altos niveles de humedad, donde es muy favorable la proliferación de microorganismos).

- 7. La relación oferta/demanda de alimentos en el mercado.
- 8. Lanzar al mercado opciones de alimentos listos para el consumo en presentaciones prácticas y accesibles para todo tipo de consumidor.



Los anteriores factores son determinantes para decidir enlatar o no un alimento, ya que es fundamental tener como primera consideración los aspectos de seguridad alimentaria y de calidad que un alimento debe cubrir una vez procesado y envasado. Sin embargo, existen otros elementos para considerar si es factible y oportuno enlatar un alimento:

1. Mantener y/o maximizar la integridad del alimento conservado mediante enlatado.
2. Las características sensoriales del producto (color, aroma, sabor).
3. El contenido y valor nutrimental.
4. La interacción de los componentes del alimento al ser sometidos al proceso de enlatado.
5. La presentación del producto hacia el consumidor.
6. El costo asociado al alimento y al procesamiento, entre otros.

Una vez considerada la totalidad de factores que influyen al decidir enlatar un alimento, asumiendo que se cubren satisfactoriamente los aspectos de inocuidad y calidad asociados al mismo, podría decirse que también debe satisfacer otro conjunto de elementos que se encuentran más relacionados con las expectativas y necesidades del consumidor, es decir, que una vez puesto en el anaquel, la opción de compra de un producto enlatado depende casi en su totalidad de los gustos, necesidades y conveniencia del consumidor.

UNA DIETA CORRECTA DEBE SER COMPLETA, EQUILIBRADA, INOCUA, SUFICIENTE, ADECUADA, SATISFACTORIA, SOSTENIBLE Y ASEQUIBLE.

Alimentos enlatados y dieta correcta

Los estilos de vida actuales, que si bien son diferentes dependiendo de la comunidad, el país o la región, se caracterizan entre otras cosas por ser ágiles con una alta movilización de personas que cuentan con tiempo limitado para la preparación casera de alimentos o con una menor proporción de uso de productos frescos como ingredientes; generando una mayor utilización de productos sometidos a algún tipo de conservación, ya sea por practicidad, o bien, porque se ajustan mejor al ritmo de vida moderno, principalmente en poblaciones urbanas.

De manera adicional, y por paradójico que sea, ese mismo estilo de vida y la cada vez más creciente disponibilidad de productos procesados en el mercado, desde los años ochentas, han influido también para que haya altos índices de malnutrición en el mundo, ya sea por la carencia o el exceso en el consumo de nutrimentos específicos, alejándonos del concepto de una dieta adecuada

en prácticamente todos los grupos poblacionales. Por lo que no es casualidad que frecuentemente se cite al sedentarismo y al alto consumo de cierto tipo de alimentos (ricos en grasa, azúcar y sal) entre los factores con mayor impacto en la sana alimentación (Cuadro 1) y las condiciones asociadas a la malnutrición.

Cuadro 1. Factores que influyen en una sana alimentación.

1. El consumo de grasas no debería superar 30% de la ingesta calórica total para evitar un aumento de peso, lo que implica dejar de consumir grasas saturadas y consumir grasas no saturadas y eliminar gradualmente las grasas de tipo *trans*.

a. Las grasas no saturadas (presentes, por ejemplo, en el aceite de pescado, los aguacates, los frutos secos, o el aceite de girasol, canola y oliva) son preferibles a las grasas saturadas (presentes, por ejemplo, en la carne grasa, mantequilla, aceite de palma y de coco, nata y manteca de cerdo).

b. Las grasas tipo *trans* (presentes en los alimentos procesados como la comida rápida, aperitivos, alimentos fritos, pizzas congeladas, pasteles, galletas, margarinas y pastas para untar) no se recomiendan como parte de una dieta sana.

2. Limitar el consumo de azúcar libre, a menos de 10% de la ingesta calórica total, forma parte de una dieta saludable. Para obtener mayores beneficios, se recomienda reducir su consumo a menos de 5% de la ingesta calórica total.

3. Es recomendable comer frutas, verduras, legumbres (por ejemplo, lentejas, garbanzos y frijoles), frutos secos y cereales integrales (por ejemplo, maíz, avena, trigo o arroz integral no procesados).

4. Es recomendable consumir al menos 400 g (5 porciones) de frutas y verduras al día.

5. Limitar el consumo de sal yodada a menos de 5 gramos al día (aproximadamente una cucharadita de café) ayuda a prevenir la hipertensión y reduce el riesgo de enfermedad cardíaca y de accidente cerebrovascular en la población adulta.

Fuente: OMS, 2015

Sin lugar a dudas, debe destacarse que, en la actualidad, es una práctica muy común la compra de prácticamente todos los alimentos en supermercados, precisamente por lo práctico que resulta. Es aquí donde la modalidad de conservas enlatadas cobra relevancia ya que, como se ha mencionado, su alcance y versatilidad permiten tener una amplia gama de opciones de alimentos que contribuyen en la alimentación cotidiana con su correspondiente contribución a la ingesta nutrimental, tan trascendental en nuestros tiempos.

Incluso la pintura de latas de sopa Campbell's, producida en 1962 por el artista Andy Warhol, es un ícono de arte-pop. De acuerdo con historias anecdóticas, Warhol eligió latas de sopa con el fin de pintar algo que veía todos los días, que todos reconocieran y que solía tomar como parte de su almuerzo durante 20 años.

En materia de lo que constituye una dieta correcta, las recomendaciones de expertos coinciden en que es aquella que permite alcanzar y mantener un funcionamiento óptimo del organismo, conservar o restablecer la salud, disminuir el riesgo de padecer enfermedades, asegurar la reproducción, la gestación y la lactancia, y que promueve un crecimiento y desarrollo óptimos. Y mencionan que dentro de sus principales características debe ser completa, equilibrada, inocua, suficiente, adecuada, satisfactoria, sostenible y asequible (Cuadro 2).

Cuadro 2. Las nueve características de una dieta correcta.

1. Completa: que contenga todos los nutrientes (hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas y minerales) y que incluya diariamente alimentos de cada uno de los tres grupos principales:

- a. Verduras y frutas
- b. Cereales y tubérculos
- c. Leguminosas y alimentos de origen animal

2. Equilibrada: que los nutrientes guarden las proporciones apropiadas entre sí.

3. Inocua: que el consumo habitual de un alimento, no implique riesgos para la salud porque está exenta de microorganismos patógenos, toxinas, contaminantes.

4. Suficiente: que cubra las necesidades de energía y nutrientes, de manera que a largo plazo se mantenga un peso saludable y, en el caso de los niños, que crezcan y se desarrollen de manera correcta.

5. Variada: que incluya alimentos diferentes, con colores, texturas, sabores y nutrientes. Y que, inclusive, conforme a las temporadas del año, se prefieran frutas y verduras de temporada.

6. Adecuada: que esté acorde con los gustos y la cultura de quien la consume.

7. Satisfactoria o sensorialmente placentera.

8. Sostenible: que su contribución al cambio climático sea la menor posible, y aproveche los recursos locales.

9. Asequible: que permita la interacción social, la convivencia y sea económicamente viable.

Es decir, debe tener componentes de todos los grupos alimenticios, asegurar una ingesta nutrimental adecuada, ser en cantidad suficiente para quien la consume y adecuarse a sus necesidades,

ES RECOMENDABLE COMER FRUTAS, VERDURAS, LEGUMBRES FRUTOS SECOS Y CEREALES INTEGRALES Y LIMITAR EL CONSUMO DE SAL. tanto nutrimentales como de restricciones por alguna condición específica (alergias, condiciones metabólicas, sensibilidad a algún componente). Como ejercicio de reflexión,

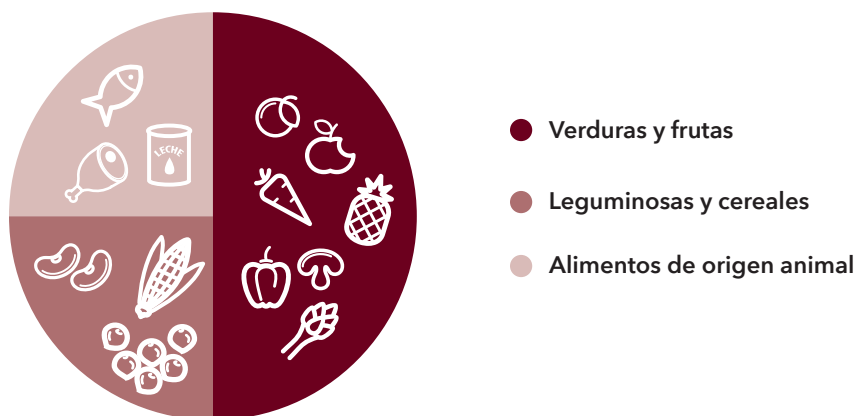
si extrapolamos estas definiciones al tipo y variedad de alimentos disponibles en envases metálicos en el mercado mexicano, listamos los siguientes que incluyen, pero no se limitan a:

1. Ensaladas de verduras y legumbres, solos o en mezclas como chícharos, zanahorias, champiñones, jitomates y tomates; ya sea enteros, rebanados, en salmuera o encurtidos, en puré o en salsa.
2. Chiles encurtidos y en adobo.
3. Frutas enteras, en rebanadas y ensaladas de fruta en almíbar o puré de frutas
4. Leguminosas cocidas y en salmuera: garbanzos, alubias, lentejas y frijoles, ya sea enteros o molidos, solos o acompañados e inclusive procesados como el tofu derivado de la soya.
5. Diferentes especies de pescado y moluscos bivalvos en salmuera, en aceite, en agua, en salsa o en preparaciones típicas: atún pibil, al chipotle, al ajillo, etcétera.
6. Preparaciones cárnicas de pollo, res o cerdo: ensalada de pollo, "chilorio" de cerdo, cochinita pibil, jamón endiablado, paté con aceitunas, etcétera.
7. Salchichas de cerdo y otros embutidos.
8. Aceitunas y aceitunas rellenas en salmuera.
9. Aceite comestible de oliva.
10. Platillos preparados con carne y otros ingredientes, como el pozole mexicano, caldos y sopas.
11. Sopas y cremas de verduras y legumbres, con y sin carne y otros ingredientes.
12. Leche condensada o evaporada, leche condensada azucarada y productos lácteos combinados azucarados.
13. Jugos y néctares de fruta, bebidas saborizadas y bebidas carbonatadas.
14. Cerveza y cócteles con contenido alcohólico.
15. Aderezos a base de grasa vegetal untables.
16. Quesos madurados.

A partir de los ejemplos, es posible apreciar que si bien el grupo de cereales es el menos representado entre los alimentos enlatados, la gran versatilidad de productos que se encuentran bajo este método de conservación permite a la

mayoría de las personas tener al alcance los principales grupos de alimentos: frutas y verduras, cereales-tubérculos y alimentos de origen animal, siendo éste uno de sus principales atractivos en términos de practicidad, disponibilidad y duración para los hábitos de consumo de una población cambiante (Figura 1).

Figura 1. Esquema de los principales grupos de alimentos encontrados en envases metálicos.



Es aquí donde cobra relevancia mencionar que una dieta correcta no solo se refiere a cubrir con nutrimentos las necesidades físicas de cada persona (de acuerdo con su edad, sexo, actividad física), sino que también se refiere a cubrir necesidades fisiológicas, sociales y culturales. Llevar una dieta sana a lo largo de la vida ayuda a prevenir la malnutrición en todas sus formas, así como distintas enfermedades no transmisibles y diferentes afecciones; hay muchas personas que, por ejemplo, podrían cubrir sus requerimientos calóricos diarios pero que no necesariamente estarían consumiendo suficientes frutas, verduras y fibra dietética.

Consumir una dieta variada y placentera, con diversidad de texturas, diferentes técnicas culinarias y presentaciones, es muy importante desde una perspectiva social y antropológica, ya que el objetivo último de tener una dieta correcta en las diferentes etapas de la vida no debería estar centrado solamente en el balance energético y el mantenimiento del peso corporal, sino también en el establecimiento de un estilo de vida que promueva el estado de salud, evite enfermedades y contemple la variedad, moderación y proporcionalidad de los alimentos consumidos.

LOS ALIMENTOS ENLATADOS PERMITEN A LA MAYORÍA DE LAS PERSONAS TENER A SU ALCANCE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ALIMENTOS.

Los alimentos enlatados en la alimentación de un ambiente globalizado

La modernización de la dieta se ha asociado con el cambio de viejas tradiciones en la preparación y consumo de alimentos en favor de la adopción acelerada de un modelo diferente de consumo. La globalización ha ocasionado cambios en la comercialización y distribución de los alimentos en respuesta a políticas económicas, cambios sociales, cambios ambientales y la búsqueda de un modelo de producción autosustentable. Estos procesos macrosociales influyen directamente en la disponibilidad y acceso a los alimentos de las personas,

LLEVAR UNA DIETA SANA AYUDA A PREVENIR LA MALNUTRICIÓN, ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES Y DIFERENTES AFECCIONES.

impactando sobre sus hábitos de consumo en todos los sectores sociales. Es importante destacar que, según cifras mexicanas recientes, el promedio de gasto a escala nacional se destina principalmente a la compra de alimentos y

bebidas no alcohólicas, seguido por vivienda y servicios. Desde luego que este gasto en la alimentación se refiere principalmente a alimentos perecederos y de consumo muy frecuente, como el pan y cereales, carne, lácteos y huevo; sin embargo, al ser los abarrotes en general la categoría en la que se concentra el mayor porcentaje de gasto en los hogares mexicanos, resulta de consideración el acceso, disponibilidad y conveniencia de los productos enlatados como una alternativa más atractiva dentro de la alimentación diaria.

En términos del conocimiento colectivo acerca del concepto “dieta correcta”, en la actualidad, el fácil acceso a la información por medios de comunicación masivos, medios digitales y redes sociales brinda ventajas importantes en cuanto a la oportunidad de compartir datos y conceptos de manera rápida y con gran alcance. Sin embargo, suele ser común encontrarse con información influida por un entorno cargado de mensajes mediáticos y sobrecorrectivos que más allá de informar, han generado confusión respecto a las opciones de alimentación disponibles, sus características y su contribución dentro de un contexto de dieta correcta. De modo que es de esperarse que se generen tendencias de consumo “saludable”, que muchas veces son imprecisas y sesgadas, constituyendo mitos acerca de lo adecuado o inadecuado de incorporar en la dieta alimentos procesados y en conserva.

Algunas de estas tendencias privilegian claramente una alimentación a partir de productos mínimamente procesados (por ejemplo, frutas y verduras frescas) por encima de sus contrapartes en conserva; otra, se enfoca en una dieta con niveles bajos de algunos nutrimentos reconocidos como potencialmente riesgosos si se consumen en cantidades elevadas (por ejemplo, el sodio o las grasas saturadas) y algunas más, se enfocan en buscar opciones orgánicas o amigables con el ambiente y que se encuentren además libres del uso de conservadores, colorantes

y otros aditivos para alimentos, como una respuesta frecuentemente desmedida a la presencia de éstos en los alimentos. En este punto, merece la pena hacer una pausa para enfatizar que salvo contadas excepciones, el enlatado no requiere del uso de sustancias adicionadas con fines de conservación y así debe ser, ya que por sí mismo este método previene la proliferación bacteriana siempre que esté bien aplicado, de modo que la regla es encontrar una cantidad sumamente limitada de sustancias adicionadas con fines tecnológicos de conservación en ellos, misma que debe estar tecnológicamente y toxicológicamente justificada, e incluso, en aquellos casos remotos en que un producto enlatado contenga aditivos, estos generalmente se adicionan con la finalidad de realzar propiedades del alimento y no con fines de ocultar alguna práctica inadecuada. En este sentido, es posible encontrar un etiquetado muy claro y limitado con relación a los ingredientes, de manera que un producto de alta demanda como el atún en aceite, únicamente contendrá atún, aceite y sal (como saborizante).

Mitos y realidades de los alimentos enlatados y la dieta correcta

Una muestra clara de los mitos y realidades sobre la “dieta correcta” es pensar que todo alimento procesado es sinónimo de “nocivo” y que todo “alimento natural” es sinónimo de inocuo. Si lo pensamos detenidamente, por definición, el procesamiento es cualquier cambio deliberado que se produce en un alimento antes de que esté disponible para ser consumido; puede ser tan simple como la congelación, el secado o el deshidratado, o tan complejo como los procesos de cocción de un alimento crudo, la pasteurización o el mismo enlatado. Desde esta perspectiva, existen pocos alimentos que se consuman en su versión natural ya que la mayoría de ellos pasan por algún tipo de proceso antes de ser consumidos, por lo que considerar que todos los alimentos procesados representan un daño para la salud, es por principio básico un gran error. Ejemplo de ello lo encontramos en el estudio argentino “Costumbres de un ComenSal” realizado por Inserra y Britos (2013-2015), ocupados en atender el descontrol de la hipertensión arterial como uno de los principales problemas de salud pública que influye en la alta mortalidad por eventos cardiovasculares, y en el que parte de los factores que influyen son atribuibles a la cantidad de sal ingerida por la población que en este caso supera a los 11 g de sal/día sin siquiera notarlo. Esta cantidad de sal duplica la recomendación de la OMS y suele ser atribuida al consumo de alimentos procesados en general (embutidos, panificados, conservas, ahumados y ciertos alimentos empacados, entre

LA GLOBALIZACIÓN HA OCASIONADO CAMBIOS EN LA COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ALIMENTOS EN RESPUESTA A POLÍTICAS ECONÓMICAS, CAMBIOS SOCIALES, CAMBIOS AMBIENTALES Y LA BÚSQUEDA DE UN MODELO DE PRODUCCIÓN AUTOSUSTENTABLE.

otros). Sin embargo, con la intención de tener una visión más adecuada sobre el conocimiento del tema, decidieron hacer una encuesta sobre los hábitos que la población de Buenos Aires tiene en las comidas, incluyendo la frecuencia del consumo de ciertos alimentos y el nivel de agrado de éstos, con especial referencia al aporte de sal que los principales alimentos, comidas y bebidas representan.

Los resultados más relevantes confirman que existe un profundo desconocimiento en cuanto al contenido de sal de los alimentos y hay una serie de malentendidos con respecto a las principales fuentes de sal y su repercusión sobre la salud de la población ya que al momento de encuestar a la población, hasta

EL PROMEDIO DE GASTO A ESCALA NACIONAL SE DESTINA PRINCIPALMENTE A LA COMPRA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS, SEGUIDO POR VIVIENDA Y SERVICIOS.

23% opinó que los alimentos enlatados se encuentran entre los que más sodio tienen, superados solamente por los *snacks* salados y los embutidos. Sin embargo, al momento de analizar la dieta habitual de los sujetos y encontrar las principales fuentes de sal

en la población, se demostró que la principal fuente era derivada de galletas, pan, quesos y que en segundo lugar se encontraba el consumo de aderezos, pizzas o empanadas, sopas, caldos y embutidos. Se observó que solo sumando el consumo de pan y galletas se supera 40% del sodio aportado por todos los alimentos, lo que representa la fuente alimentaria más importante de sal y no así los enlatados. Cuando se suman quesos, aderezos, pizzas, empanadas, caldos y embutidos se alcanza casi 70% del sodio consumido aportando más de 1 900 mg de sodio, lo que implica 4.8 g de sal diarios. De tal suerte, que con tan solo disminuir el consumo de pan y galletas, se podría reducir casi a la mitad la ingesta de sal.

Considerando lo anterior, es cada vez más frecuente que los nutriólogos volteen la mirada a aspectos de los alimentos conservados que usualmente eran inferiores a sus homólogos sin procesar o en estado crudo, y llegando a la conclusión de que existe espacio para muchos de estos productos en nuestras alacenas y como parte de nuestra dieta.

Tomemos el caso de vegetales congelados. Los métodos que fueron introducidos hace casi cien años, funcionan tan velozmente y a temperaturas tan bajas, que es posible prevenir la deshidratación y pérdida de sabor gracias al tamaño de los cristales de hielo que se generan, mientras que la mayor parte de las vitaminas hidrosolubles se mantienen intactas tras el proceso. Con respecto a ello, el enlatado es un poco más caprichoso, ya que algunos alimentos no responden tan bien al proceso de envasado, pero la enorme cantidad de aquellos que lo toleran y que además pueden presentar opciones “bajas” en el contenido de

sodio, pueden mantener virtualmente todo su valor nutrimental y además ser una alternativa muy sencilla de preparar o acondicionar para algún platillo; en algunos casos, incluso por encima de la contraparte fresca o cruda, sujeta a manipulación para su preparación final. Recientemente, en un estudio realizado en la Universidad Tufts en el que se consideró un amplio número de alimentos enlatados (que incluyó maíz, jitomates, frijol pinto, espinacas y atún) se encontró que en cada caso el valor nutrimental fue excelente y el ahorro considerable.

En la actualidad, es cada vez más común escuchar argumentos en favor de que una dieta a partir de alimentos “frescos” es más nutritiva; sin embargo, no es clara la evidencia que soporta esto y sí es cada vez mayor la evidencia que sostiene que una refrigeración o congelación prolongada e incluso la preparación, cocción excesiva o recalentamiento de alimentos preparados a partir de materias primas “frescas”, puede resultar en una reducción considerable de sus nutrimentos. Es cada vez más la aceptación de productos en conserva o bien procesados mediante alguna otra tecnología, dada su probada conveniencia, el acceso a los mismos y en muchos casos a un costo menor.

LA PRINCIPAL FUENTE DE SAL ES DERIVADA DE GALLETAS, PAN Y QUESOS.

Conclusiones

Una alimentación saludable deberá centrarse en la variedad, la moderación y la proporción de los alimentos y las bebidas consumidos por las personas evitando las dicotomías para alimentos de “buenos y malos”, “prohibidos y permitidos”. Naturalmente existen limitantes y nunca será una buena idea tener una dieta repetitiva y a partir solamente de opciones de alimentos procesados; sin embargo y más allá de los mitos, realidades, tendencias, etcétera, los alimentos enlatados son una excelente opción para ser incorporados en cualquier dieta o régimen alimenticio. Sin duda han llegado no solo para quedarse, sino también para continuar evolucionando y mejorando en sus aspectos tecnológicos y desde luego para ayudar a satisfacer nuestros requerimientos de alimentos con alternativas seguras, nutritivas, versátiles, flexibles, convenientes, innovadoras y, ¿por qué no?, únicas en su tipo.

Bibliografía

Alimentación Sana (2015). *Nota descriptiva 394*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

Basulto, J., Manera, M., Baladia, E., Miserachs, M., Pérez R., Ferrando, C., Amigó P., et al. (2013). *Definición y características de una alimentación saludable*. [Monografía en Internet]. Obtenida 7 septiembre 2017, disponible en http://fedn.es/docs/grep/docs/alimentacion_saludable.pdf

Comenas, G. (2010). *The Origin of Andy Warhol's Soup Cans or The Synthesis of Nothingness*. Obtenida el 7 de septiembre 2017, de http://www.warholstars.org/andy_warhol_soup_can.html

Goody, J. (2013). *Industrial Food: Towards the Development a World Cuisine*. En: Counihan, C. Van esterik, P. (Eds.). *Food and Culture* (pp. 72-91). Nueva York: Routledge.

INEGI (2014). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2014*. México: INEGI.

Inserra F., Britos S. (2015) *Costumbres de un ComenSal: principales costumbres alimentarias de los argentinos relacionadas con su ingesta de sodio*. Hipertensión Arterial 4(2):2-10, Jun 2015. Hipertensión Arterial es una publicación de la Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC). Consultada el 7 de septiembre 2017: http://www.h4hinitiative.com/sites/default/files/basicpage/file/publicacion_estudio_costumbres_comensal.pdf

Jeanne, H. Freeland-Graves (2013). *Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Total Diet Approach to Healthy Eating*. *J Acad Nutr Diet* 2013; 113:307-317.

Klugger, J. (2012). *Redeeming the Supermarket: The diet for the 99%* [Artículo en Internet]. Disponible en <http://healthland.time.com/2012/11/21/redeeming-the-supermarket-the-diet-for-the-99/>.

NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, *Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación*.

Organización Mundial de la Salud (OMS). Alimentación Sana. *Nota descriptiva N.394* Septiembre 2015. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/es>

Pérez Izquierdo, O., Nazar Beutelspacher, A., Salvatierra Izaba, B., et al. (2012). *Frecuencia del consumo de alimentos industrializados modernos en la dieta habitual de comunidades mayas de Yucatán*. México: Estudios sociales (Hermosillo, Son.), 20(39), 155-184. Consultado el 7 de septiembre 2017.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572012000100006&lng=es&tlng=es

FAO (1993). *Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala*. Capítulo 5: Procesos. Los principios de la conservación de Alimentos. Depósito de Documentos de la FAO. Departamento de Agricultura.

Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias (2016). *Ventajas de los enlatados*. [Monografía en Internet]. Obtenido el 27 de mayo 2016. Disponible en http://www.canainca.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=172:ventajas-de-los-alimentos-enlatados&catid=1:recientes

Capítulo 7

ALIMENTOS ENLATADOS Y SU RELACIÓN CON ENFERMEDADES ESPECÍFICAS

I. HIPERTENSIÓN

M. en C. Mariel Lozada Mellado, M. en C. Midori Ogata Medel,
Dra. Lilia Castillo Martínez

Servicio de Nutriología Clínica
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

II. DIABETES MELLITUS

M. en C. Griselda Xóchitl Brito Córdova

Departamento de Endocrinología y Metabolismo de Lípidos
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

III. OBESIDAD

Dra. Martha Kaufer Horwitz, L.N. Saori Guadalupe Salgado Moctezuma

Departamento de Endocrinología y Metabolismo de Lípidos
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

IV. ENFERMEDAD CELIACA Y SÍNDROME DE INTESTINO IRRITABLE

M. en C. María Teresa Rull Reveles
Profesional de la Salud Adscrita a la Sociedad
de Médicos del Hospital Médica Sur

I. HIPERTENSIÓN

Las enfermedades no transmisibles, incluyendo las cardiovasculares, son la causa principal de muerte en todo el mundo. La hipertensión arterial (HTA) se considera un problema de salud pública debido a su magnitud y riesgo cardiovascular (Alwan, 2011).

La HTA consiste en el aumento persistente de la presión arterial, la fuerza ejercida por unidad de superficie sobre las paredes de las arterias. Para realizar el diagnóstico, la presión arterial sistólica debe ser superior a 120 mmHg, o la presión arterial diastólica debe ser superior a 80 mmHg (Mahan, Escott-Stump, 2013); puede o no provocar síntomas como cefalea, mareo, palpitaciones y hemorragia nasal (World Health Organization, 2013). En aproximadamente el 90% de los casos de HTA no se puede identificar con un mecanismo causal, estos casos son conocidos como hipertensión esencial (Chobanian *et al.*, 2003).

Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2012) la prevalencia de hipertensión en México es de 33.3% en hombres y 30.8% en mujeres.

Actualmente la hipertensión esencial es considerada una enfermedad multifactorial que se origina por la combinación de factores que pueden ser ambientales, genéticos o relacionados a hábitos de los sujetos. El mantenimiento de la homeostasis de la presión arterial es multifactorial y se considera que el desequilibrio entre factores relajantes de los vasos sanguíneos y los factores vasoconstrictores tienen como desenlace la aparición de hipertensión esencial.

LA HTA CONSISTE EN EL AUMENTO PERSISTENTE DE LA PRESIÓN ARTERIAL, LA FUERZA EJERCIDA POR UNIDAD DE SUPERFICIE SOBRE LAS PAREDES DE LAS ARTERIAS.

Se ha establecido una relación causal entre la elevada ingesta de sodio, la alteración de la función renal, y el desarrollo de HTA. Se ha comprobado

que existe una falla en los mecanismos de homeostasis que regulan la excreción de sodio en el riñón y en la conservación del potasio provocando cambios de las concentraciones de estos electrolitos a nivel celular. Lo anterior, modifica la función de enzimas como la ATPasa Na⁺/K⁺ aumentando el volumen del líquido extracelular y el gasto cardíaco, la contracción del endotelio vascular y las resistencias vasculares periféricas que finalmente generan hipertensión (Adrogué, 2007).

Efecto del sodio en la presión arterial

El sodio es un nutrimento esencial para el funcionamiento corporal. En la dieta mexicana, y en muchas otras, su ingesta rebasa lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (2000 mg/día de sodio, 5 g/día de sal) para reducir la presión arterial y el riesgo de enfermedad cardiovascular (World Health Organization, 2012).

Se ha demostrado que una alta ingesta de sodio aumenta la presión arterial y causa efectos perjudiciales en vasos sanguíneos, corazón y riñones (Whelton, 2012). Además, su exceso atenúa el efecto de varias drogas antihipertensivas, como los bloqueadores del sistema renina-angiotensina-aldosterona, mientras que reducir su ingesta mejora estos efectos (Susic y Varagic, 2010).

Se conoce como "sensibilidad a la sal" a la respuesta de la presión arterial a cambios en la ingesta de ésta. Aproximadamente una cuarta parte de los sujetos normotensos y alrededor de la mitad de los pacientes hipertensos son sensibles al sodio (Jones, 2004). La reducción de la ingesta de sodio es facilitada y debe ir de la mano de otras medidas dietéticas como una reducción en la ingesta de calorías e incremento en la ingesta de potasio (Whelton, 1997).

Como ingrediente alimenticio, el sodio tiene múltiples usos: curar carne, hornear, espesar, prevenir que los alimentos se resequen, ensalzar el sabor y conservar.

En la dieta estadounidense, más de 75% del sodio proviene de comida de restaurantes y procesada; solo 5% es agregado a los alimentos cocinados en casa y 6% es agregado con el salero al momento de comer; el 12% restante es el que se encuentra de forma natural en los alimentos (Centers for Disease Control and Prevention, 2016). También los alimentos enlatados son fuente importante de sodio en la dieta, alrededor de 60% de la población los utiliza al menos 1 o 2 veces por semana. Sin embargo, la mayor parte los usa no por sus propiedades nutritivas, sino debido a su costo y conveniencia (Comerford, 2015).

EL SODIO ES UN NUTRIMENTO ESENCIAL PARA EL FUNCIONAMIENTO CORPORAL.

Los alimentos frescos son la principal opción dietética rica en nutrimentos, pero éstos pueden no estar disponibles todo el año para toda la población debido a diversos factores. Una investigación reciente indica que los alimentos enlatados contienen perfiles de nutrimentos comparables con los frescos (Miller, 2013). Las Guías Alimentarias para Estadounidenses (2010) recomiendan que

la mayor parte de las frutas sean enteras, incluyendo a las enlatadas, congeladas y deshidratadas, antes que en jugo (Department of Health and Human Services, 2010).

COMO INGREDIENTE ALIMENTICIO, EL SODIO TIENE MÚLTIPLES USOS: CURAR CARNE, HORNEAR, ESPESAR, PREVENIR QUE LOS ALIMENTOS SE RESEQUEN, ENSALZAR EL SABOR Y CONSERVAR.

Se ha sugerido que las probabilidades de ingerir las cantidades recomendadas de varios nutrimentos, incluyendo potasio y calcio, aumentan al consumir alimentos enlatados. Las personas que consumen alimentos enlatados con frecuencia pueden

ingerir diariamente hasta 19% más potasio y hasta 12% más sodio por día que las personas que no los consumen de manera frecuente (Comerford, 2015), por lo que sería conveniente que la industria genere estrategias para reducir el contenido de sodio de sus productos.

Según un estudio realizado en Estados Unidos, la población hispana no parece considerar a los alimentos enlatados entre los principales productos que deben evitar para controlar su presión arterial (Horowitz, 2004). Existen en el mercado alternativas etiquetadas como “bajo en sodio” y “sin sal agregada”. Como comparación, a continuación se muestra la diferencia entre las diferentes presentaciones del tomate (Centers for Disease Control and Prevention, 2016).

Cuadro 1. Comparación del contenido de sodio entre diferentes presentaciones del tomate.

| Tomate fresco | Tomate enlatado sin sal agregada | Tomate enlatado |
|------------------|----------------------------------|--------------------|
| 6 mg (entero) | 20 mg (½ taza) | 220 mg (½ taza) |

Fuente: Centro para el control y prevención de las enfermedades (CDC).

Acciones como drenar y enjuagar los alimentos enlatados pueden reducir el contenido de sodio entre 9 y 23% (Haytomitz, 2011).

Recomendaciones

Etiquetas nutricionales

Las bebidas y los alimentos envasados pueden contener altas cantidades de sodio, tengan o no un “gusto” salado. Por ello, es importante comprobar el contenido de sodio en la etiqueta de información nutricional.

1. Valor Nutricional de Referencia (VNR): se refiere a las cantidades de nutrientes recomendadas por día. El VNR para el sodio es de 2000 miligramos (mg) al día.

2. Porcentaje del Valor Nutricional de Referencia (%VNR): indica la cantidad de un nutriente en una ración de un producto. Se basa en el 100% del VNR. Es aconsejable elegir los productos con un porcentaje del VNR más bajo. Como regla general:

- a. 5% o menos del VNR de sodio por ración es un porcentaje bajo.
- b. 20% o más del VNR de sodio por ración es un porcentaje alto.

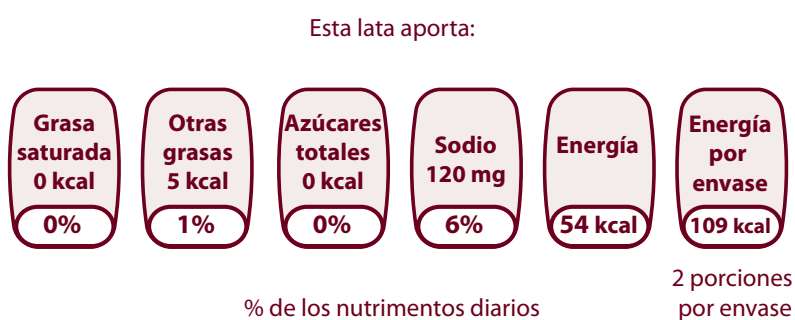
3. Número de raciones: el porcentaje del VNR está indicado para una ración, pero un envase puede contener más de una. Hay que comprobar el número de raciones para determinar cuántas se están consumiendo realmente (Food and Drug Administration, 2016).

PERSONAS QUE CONSUMEN ALIMENTOS ENLATADOS CON FRECUENCIA PUEDEN INGERIR DIARIAMENTE HASTA 19% MÁS POTASIO Y HASTA 12% MÁS SODIO QUE PERSONAS QUE NO LOS CONSUMEN DE MANERA FRECUENTE.

El etiquetado frontal nutricional informa al consumidor sobre el contenido nutricional y aporte energético de los alimentos; indica el contenido de sodio del producto y se presenta de manera gráfica al frente de exhibición como se ilustra en la Figura 1 (Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios, 2015).

Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios, 2015).

Figura 1. Etiqueta nutricional frontal.



Fuente: Manual del etiquetado frontal nutricional.

Mensajes nutricionales en el envase

Existen mensajes nutricionales en los envases para identificar rápidamente aquellos que contengan menos sodio (Food and Drug Administration, 2016).

Aquí se muestran los más comunes y su significado:

Cuadro 2. Mensajes nutrimentales en los envases.

| Qué dice | Qué significa |
|-----------------------------|---|
| Sin sal/sodio | Menos de 5 mg de sodio por ración. |
| Muy bajo en sodio | 35 mg de sodio o menos por ración. |
| Bajo en sodio | 140 mg de sodio o menos por ración. |
| Reducido en sodio | Al menos 25% menos de sodio que en el producto estándar. |
| Poco sodio o poca sal | Al menos 50% menos de sodio que en el producto estándar. |
| Sin sal añadida o sin salar | No se añade sal al producto durante su proceso. Sin embargo, esto no implica que no contenga sal/sodio, a menos que así se indique. |

Fuente: NOM-086-SSA1-1994.

Conclusiones

El efecto del sodio sobre la presión arterial ha sido comprobado mediante estudios científicos, razón por la cual su ingesta debe ser controlada, especialmente los pacientes hipertensos.

Actualmente las empresas que procesan alimentos enlatados utilizan técnicas que reducen la sal añadida para su elaboración y que la pérdida de otros nutrientes sea menor; sin embargo, aún tienen gran cantidad de sodio en comparación con los frescos.

Es muy importante proporcionar educación sobre la lectura de etiquetas nutrimentales y preparaciones para poder distinguir las mejores opciones.

Bibliografía

- Alwan, A. (2011). *Global status report on noncommunicable diseases (2010)*. Suiza: World Health Organization.
- Adrogué, H., Madias, N. (2007). *Sodium and potassium in the pathogenesis of hypertension*. *Nutrition Engl Journal Med.*, 356, pp. 1966-78.
- Beevers, G., Lip, G Y H., O'Brien, E. (2001) *ABC of hypertension: The pathophysiology of hypertension*. *British Medical Journal*, 322, pp. 912-916.
- Centers for Disease Control and Prevention (2016). *Get the facts: Sources of sodium in your diet*. Estados Unidos. Centers for Disease Control and Prevention.
- Comerford, K. (2015). *Frequent canned food use is positively associated with nutrient-dense food group consumption and higher nutrient intakes in us children and adults*. *Nutrients*, 7(7), pp. 5586-5600.
- Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (2015). *Manual de etiquetado frontal nutrimental*. México. Secretaría de Salud.
- Chobanian, Av., Bakris, Gl., Black, Hr. (2003). *The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: the JNC 7 report*. *JAMA*, 289, pp. 2560-2571.
- Department of Health and Human Services (2010). *Dietary guidelines for americans*. Estados Unidos. Department of Health and Human Services.
- Food and Drug Administration (2016). *El sodio en su dieta: Use la etiqueta de información nutricional y reduzca su consumo*. Estados Unidos. Food and Drug Administration.
- Horowitz, C. R., Tuzzio, L., Rojas, M., Monteith, S. A., Sisk, J. E. (2004). *How do urban African Americans and Latinos view the influence of diet on hypertension?* *Journal of Health Care for the Poor and Underserved*, 15(4), pp. 631-644.
- Haytomitz, D. (2011). *Effect of draining and rinsing on the sodium and water soluble vitamin content of canned vegetables*. *The FASEB Journal*, 30(4), pp. 609-61.
- Instituto Nacional de Salud Pública (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012*. México. Instituto Nacional de Salud Pública.
- Jones, W. D. (2004). *Dietary sodium and blood pressure*. *Hypertension*, 43, pp. 932-935.
- Mahan, L. D., Escott-Stump, S. (2013). *Nutrición y dietoterapia de Krause*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Miller, S., Knudson, William (2014). *Nutrition and cost comparisons of select canned, frozen, and fresh fruits and vegetables*. American Journal of Lifestyle Medicine, 73, pp. 643-660.

Norma Oficial Mexicana. NOM-086-SSA1-1994, *Bienes y Servicios. Alimentos y Bebidas no Alcohólicas con Modificaciones en su Composición y Especificaciones Nutrimientales*. México. Secretaría de Salud.

Susic, D., Varagic, J., Frohlich, E. D. (2010). *Cardiovascular effects of inhibition of renin-angiotensin-aldosterone system components in hypertensive rats given salt excess*. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 298, pp. 1177-1181.

Whelton, P. K., He, J., Cutler, J. A. (1997). *Effects of oral potassium on blood pressure: meta-analysis of randomized controlled clinical trials*. The journal of the American Association. 277(20), pp. 1624-1632.

Whelton, P. K., Appel, L. J., Sacco, R. L., Anderson, C. A., Antman, E. M. (2012). *Sodium, blood pressure, and cardiovascular disease: further evidence supporting the American Heart Association sodium reduction recommendations*. Circulation, 126 (24), pp. 2880-2889.

World Health Organization (2012). *Guideline: Sodium intake for adults and children*. Suiza. World Health Organization.

World Health Organization (2013). *Información general sobre la hipertensión en el mundo*. Suiza. World Health Organization.

II. DIABETES MELLITUS

La *diabetes mellitus* (DM) es un desorden metabólico caracterizado por hiperglucemia, resistencia a la insulina en tejidos periféricos así como por una incapacidad de secreción de la insulina alterada de las células β del páncreas. La DM tipo 2 (DM2) representa entre 90 y 95% de todos los casos y es uno de los principales problemas de salud pública en el mundo.

El control de la glucosa sigue siendo el foco en el manejo de la DM2 y, en el contexto de la reducción de otros factores de riesgo cardiovascular a través de disminuir el tabaquismo, la adopción de estilos de vida saludable, el control de la presión arterial y el manejo de las dislipidemias.

Para muchas personas con diabetes el mayor cambio que deben hacer dentro de su plan de tratamiento es determinar qué deben comer. Aunque no hay un patrón de alimentación o “dieta del diabético” que se adapte a todas las personas con diabetes, existen lineamientos que ayudan a individualizar el plan de alimentación. Así mismo, es importante promover el autocuidado de la enfermedad, la educación en nutrición y el empoderamiento del paciente que vive con diabetes.

Los objetivos de la terapia médica nutricia para adultos con diabetes son:

1. Promover patrones de alimentación saludables en tamaños de porción apropiados para alcanzar y mantener las metas individualizadas de peso corporal, control glucémico, presión arterial y perfil de lípidos; así como retrasar o prevenir las complicaciones de la diabetes.
2. La prescripción del plan de alimentación debe considerar los requerimientos individuales de energía y nutrientes, las preferencias personales y culturales, el grado de alfabetización en salud, el acceso a alimentos saludables, el grado de conciencia y habilidad de la persona que vive con diabetes para realizar cambios de conductas y las barreras que tiene para el cambio.
3. Mantener el gusto por los alimentos.
4. Proporcionar a las personas con diabetes herramientas prácticas para adoptar patrones de alimentación saludables más allá de solo enfocarse en nutrientes o alimentos individuales.

PARA MUCHAS PERSONAS CON DIABETES EL MAYOR CAMBIO QUE DEBEN HACER DENTRO DE SU PLAN DE TRATAMIENTO ES DETERMINAR QUÉ DEBEN COMER.

En la actualidad, la urbanización y los avances de la tecnología de alimentos han puesto al alcance de las personas con diabetes una enorme gama de posibilidades para cumplir con los objetivos de la terapia nutricia incluyendo alimentos industrializados y envasados como parte de una dieta correcta, los cuales, bajo ciertas circunstancias, pueden favorecer la adherencia al tratamiento. Incluso la población de los lugares más remotos del mundo cuenta con todo tipo de productos envasados y el uso de las latas se ha vuelto insustituible en la vida cotidiana de muchas personas.

Envasado metálico

El hombre primitivo que inició la recolección de frutos e insectos hace aproximadamente un millón de años, pronto se enfrentó a la preocupación de cómo disponer de alimentos en épocas en que la naturaleza hacía problemática su obtención. Hasta el periodo greco-romano aprendió a desarrollar diferentes técnicas (ahumado, desecación, salado, etcétera) para conservar los alimentos. El envasado de productos comenzó en el año 1775 en Francia.

En la actualidad el mercado de las latas ha derribado fronteras con todo tipo de productos; lo que antes era imposible imaginar que existía, ahora se puede conseguir en una tienda cercana. La lata ha abierto las puertas a todo un mundo de posibilidades.

En México, la industria de envases metálicos cumple con normas y regulaciones internacionales en todo su proceso de fabricación garantizando la inocuidad para el consumidor (ver Capítulo 5). Dentro de los aspectos que evalúan dichas normas y regulaciones se encuentra el etiquetado (información comercial y nutrimental).

El etiquetado nutrimental de los productos alimentarios ha surgido como una herramienta de las políticas de salud pública de diferentes países para promover una alimentación saludable, para promover que la población haga elecciones más saludables por medio de la educación en nutrición. En México, la NOM 051 se encuentra en vigor para tal efecto; por otra parte, el etiquetado brinda al profesional de la salud y al consumidor la oportunidad de valorar y adecuar el consumo de alimentos envasados como parte de un patrón de alimentación saludable.

LA URBANIZACIÓN Y LOS AVANCES DE LA TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS HAN PUESTO AL ALCANCE DE LAS PERSONAS CON DIABETES UNA ENORME GAMA DE POSIBILIDADES PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS DE LA TERAPIA NUTRICIA.

Las personas con diabetes deben considerar en la etiqueta nutrimental lo siguiente antes de consumir un alimento:

- 1.** Orden en el que aparecen los ingredientes, pues indica la cantidad del ingrediente de mayor a menor contenido.
- 2.** Tamaño de la porción, si es en pieza, taza, cucharada, cucharadita.
- 3.** Porciones por envase, ya que éstas pueden ser más de una en el envase o empaque.
- 4.** Contenido energético, para prevenir un exceso en la ingestión energética diaria.
- 5.** Contenido de proteínas, especialmente importante en personas con nefropatía diabética para no exceder su ingestión diaria recomendada de proteínas.
- 6.** Grasa total, menor o igual a 3 g/porción para que se considere un producto bajo en grasa.
- 7.** Grasa saturada, menor o igual a 1 g/porción para que se considere un producto bajo en este tipo de grasa.
- 8.** Grasas *trans*, menor o igual a 1 g/porción o libre de ácidos grasos *trans*.
- 9.** Colesterol, menor o igual a 20 mg/porción para que se considere un producto bajo en colesterol.
- 10.** Contenido de hidratos de carbono disponibles (excluyendo la fibra dietética), alrededor de 15 g/porción se cuenta como un equivalente del grupo de los cereales. En los pacientes que utilizan el método básico de "cuenta de hidratos de carbono (HCO)", 15 g de hidratos de carbono representan una porción. La cantidad total de HCO debe limitarse en pacientes con diabetes pero no ser menor a 130 g día o alrededor de 45% de la energía total.
- 11.** Contenido de fibra dietética mayor o igual a 2.5 g/porción para contribuir a la ingestión de 25 a 30 g/día. A mayor contenido de fibra de un alimento, menor será su índice glucémico.
- 12.** Contenido de azúcares, menor o igual a 0.5 g/porción. El total de azúcares no debe ser mayor al 10% de la energía total de la dieta. Especialmente el contenido de sacarosa y fructosa no deben sobrepasar este porcentaje. Se debe buscar intencionadamente en los ingredientes el *tipo* de azúcares para evitar la ingestión de alimentos ricos en jarabe de maíz de alta fructosa.
- 13.** Contenido de sodio menor o igual a 140 mg/porción para evitar un consumo mayor de 2300 mg/día. Si existe diabetes e hipertensión la restricción puede ser mayor. Algunos productos envasados tienen elevado contenido de sodio y se deben evitar.

El etiquetado nutrimental debe captar la atención del consumidor, la información debe ser clara, precisa y de fácil interpretación. En el 2004 la Organización

Mundial de la Salud (OMS) consideró el etiquetado nutrimental una parte esencial de la estrategia global sobre dieta, actividad física y salud. Aunque no es nuevo, pues su desarrollo inició en 1980, el etiquetado frontal en muchos productos se ha incrementado. Lo que se espera del etiquetado frontal es que: a) ayude al consumidor a entender la calidad nutrimental relativa de un producto e influya en su decisión de comprarlo como parte de una dieta saludable; b) motive a la industria de alimentos a desarrollar productos más saludables y c) permita a los gobiernos influir en la salud pública de una forma voluntaria, permitiendo al consumidor realizar elecciones informadas.

Los alimentos enlatados para personas con diabetes

En personas que viven con diabetes se recomienda revisar e interpretar las etiquetas nutrimentales de los alimentos enlatados y evitar aquellos cuyo contenido de algún nutriente se encuentre por encima de lo antes mencionado para prevenir efectos a corto o largo plazo. Por ejemplo: a) consumir productos con elevado contenido de hidratos de carbono (HCO) puede provocar hiperglucemia postprandial si se sobrepasa la cantidad que el paciente tiene indicado por comida o colación; b) comer un producto alto en grasa durante periodos prolongados puede originar aumento de peso y/o anomalías en el perfil de lípidos. Algunas opciones saludables que se pueden consumir ocasionalmente y en porciones limitadas pues su contenido de sodio suele ser elevado son chiles en conserva, verduras (drenadas), salsas, sopas cremas de verduras, purés de verduras; pescados como atún enlatado en agua o en aceite (drenado), salmón, sardinas en aceite (drenadas), sardinas en salsa de jitomate; leguminosas como frijoles y garbanzos, y fuentes de grasas como aceitunas verdes o negras, avellanas, cacahuates, pistaches y piñones.

Algunas opciones saludables para consumir *diariamente* son: leche evaporada reducida en grasa, leche en polvo descremada y aceite de oliva.

Conclusiones

No existe acuerdo científico universalmente aceptado para determinar el mejor perfil nutrimental de un alimento envasado, es decir, un alimento clasificado como "saludable" en un sistema, puede ser "no saludable" en otro sistema. Por tanto, como se mencionó en los objetivos de la terapia médica nutricia, es necesario individualizar el plan de alimentación de la persona con diabetes. Antes de recomendar alimentos envasados hay que proporcionar educación en la lectura e interpretación de etiquetas nutrimentales y motivar al paciente para tener buena adherencia al tratamiento dietético.

Bibliografía

- Aguilar, C. A. (2015). *Acciones para enfrentar a la diabetes*. México: Intersistemas.
- Aleida, R., Rosen, M. A. (2012). *Envases Metálicos en México*. México: Armonía.
- American Diabetes Association (2016). *Standards of medical care in diabetes-2016*. *Diabetes Care*, 39(1), S23-S35.
- Campos, S., Doxey, J., Hammond, D. (2011). *Nutrition labels on pre-packaged foods: a systematic review*. *Public Nutrition Health*, 14(8), pp. 1496-1506.
- Evert, A. B., Boucher, J. L., Cypress, M., Dunbar, S. A., Franz, M. J., Mayer-Davis, E.J., et al. (2014). *Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes*. *Diabetes Care*, 37(1), S120-S143.
- Inzucchi, S., Bergenstal, R., Buse, J., Diamant, M., Ferrannini E., Nauck, M., Peters, A., Tsapas, A., Wender, R., Matthews, D. (2015). *Management of hyperglycaemia in type 2 diabetes: A patient-centered approach. Update to a position statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes*. *Diabetologia*, 58, pp. 429-442.
- Ley, S. H., Hamdy, O., Mahan, V., Hu, F.B. (2014). *Prevention and management of type 2 diabetes: dietary components and nutritional strategies*. *Lancet*, 383, 1999-2007.
- Mozaffarian, D. (2016). *Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity*. *Circulation*, 133(187), pp. 187-225.
- Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, *Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-información comercial y sanitaria*.
- Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA-1994, *Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales*.
- Roberto, C., A., Khandpur, N. (2014). *Improving the design of nutrition labels to promote healthier food choices and reasonable portion sizes*. *Int J Obes*, 38, S25-S33.
- Vanderlee, L., White, C., M., Borders, I., Hobin, E., P., Hammond, D. (2015). *The efficacy of sugar labeling formats: implications for labeling policy*. *Obesity*, 23, pp. 2406-2413.
- Van-Kleef, E., Dagevos, H. (2015). *The growing role of front-of-pack nutrition profile labeling: a consumer perspective on key issues and controversies*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(3), pp. 291-303.

Volkova, E., Ni-Mhurchu, C. (2015). *The influence of nutrition labeling and point of purchase information on food behaviours*. *Curr Obes Rep*, 4, pp. 19-29.

World Health Organization (2004). *Global strategy on diet, physical activity and health*. Switzerland: World Health Organization.

III. OBESIDAD

Introducción

La epidemia de obesidad se ha convertido en una metáfora de los efectos adversos para la salud que se dan como consecuencia de la vida económica y el avance tecnológico.

El sobrepeso y la obesidad son el resultado de una compleja interacción entre los genes y el ambiente, que se caracteriza por un desequilibrio de energía debido a un estilo de vida sedentario, un consumo excesivo de energía o ambos. Los cambios en la alimentación y en el estilo de vida que acompañan a la urbanización y el desarrollo de las sociedades han favorecido la expresión de los genes que predisponen a la obesidad y, a su vez, han modificado los patrones de salud y enfermedad. El exceso de grasa corporal es una condición preocupante debido a que representa un factor de riesgo que incrementa la morbilidad y mortalidad; además de ocasionar problemas en distintos ámbitos de sus vidas a quienes lo padecen. Entre las principales enfermedades asociadas a la obesidad están la diabetes y la hipertensión arterial (Kaufer-Horwitz *et al.*, 2015).

Algunos estudios sobre los hábitos alimentarios de las personas con obesidad muestran que, por lo general, tienden a preferir consumos abundantes de alimentos ricos en lípidos o concentrados en azúcares refinados que, por tener una elevada densidad energética y por no existir una regulación adecuada de una comida a otra, favorecen su depósito en forma de grasa corporal (Kaufer-Horwitz *et al.*, 2015).

LOS CAMBIOS EN LA ALIMENTACIÓN Y EN EL ESTILO DE VIDA QUE ACOMPAÑAN AL DESARROLLO DE LAS SOCIEDADES HAN FAVORECIDO LA EXPRESIÓN DE LOS GENES QUE PREDISPONEN A LA OBESIDAD.

Si bien la obesidad es una enfermedad compleja por la multitud de causas que la desencadenan, en este capítulo se abordará particularmente lo referente a la dieta y, dentro de ésta, el papel que los alimentos enlatados pueden tener en la alimentación de la persona con obesidad.

La vida acelerada, particularmente en las ciudades, ha inducido a los individuos a consumir con mucha frecuencia comidas fuera de casa y recurrir a lugares de comida rápida o a comprar productos de fácil consumo o “listos para consumir” donde, en general, la alta densidad energética parece ser el común denominador. Algunos de los alimentos en envases metálicos podrían considerarse dentro del rubro de productos de fácil consumo e incluso, algunos son productos “listos para consumir”.

Fundamentos alimentarios del tratamiento de la obesidad

Dada la naturaleza de enfermedad compleja de etiología multifactorial, el tratamiento de la obesidad debe contemplar distintas esferas y, ciertamente, la alimentación es el eje central del tratamiento, aunque debe siempre acompañarse de indicaciones precisas para incrementar la actividad física y de estrategias para modificar las conductas indeseables y facilitar la adherencia al tratamiento.

La literatura científica ha señalado que lo más relevante en el tratamiento de la obesidad es fomentar la adherencia del paciente al tratamiento (en este caso, a la dieta o plan de alimentación) pues no se han demostrado diferencias fundamentales en la pérdida de peso en el mediano plazo al utilizar dietas hipoenergéticas de distinto tipo o composición (por ejemplo, en cuanto a la proporción de hidratos de carbono, lípidos y proteínas). Es fundamental promover una reducción de la ingestión energética sin compromiso en la ingestión de nutrientes, de ahí que el tratamiento dietético deba individualizarse.

En la práctica, ofrecer recomendaciones generales puede ser más útil que diseñar una dieta muy específica o estricta, aunque esto depende del tipo de paciente y de sus comorbilidades (diabetes, hipertensión arterial, etcétera). Estas recomendaciones van dirigidas en general a disminuir el contenido energético y la densidad energética de la dieta por medio de, por ejemplo, limitar ciertos alimentos, platillos o ingredientes (altos en grasas, azúcares simples o sal) y promover otros (verduras, ensaladas, sopas caldosas o agua simple, por ejemplo), preferir ciertas formas de preparación de los alimentos como el asado y horneado, entre otras; controlar el tamaño de las porciones y a fomentar el consumo de alimentos en tres tiempos principales (desayuno, comida y cena), además de dos colaciones.

Entre las estrategias para disminuir la densidad energética de la dieta están, por ejemplo, el consumo de sopas caldosas por su alto contenido de agua, verduras principalmente crudas o ensaladas –entre ellas las de hoja– que aportan agua, fibra y volumen a la dieta. Empezar la comida con una sopa caldosa o una ensalada de verduras aporta a la sensación de plenitud y en general limita lo que se comerá en el resto del tiempo de comida. A final de cuentas, lo idóneo es ofrecer al paciente un esquema –sea más o menos rígido o flexible– que pueda llevar a cabo por un tiempo prolongado, que se adecúe a sus gustos y a su estilo de vida y que conlleve cambios permanentes de comportamiento.

Alimentos en envase metálico y obesidad

En general, el tipo de envase de un producto no tiene por sí solo implicaciones en el tratamiento del paciente con obesidad pues lo relevante es el contenido. Existen en

el mercado infinidad de productos comercializados en envases metálicos y no por eso son convenientes o inapropiados. En el Cuadro 1 se muestra una variedad de productos en envases metálicos y se identifican los productos altos en energía (lípidos y azúcares simples) y en sodio que deben consumirse con moderación y siempre como parte de una dieta variada donde haya abundancia de verduras y frutas, pocos cereales (de preferencia integrales), leguminosas y alimentos de origen animal y en el contexto de una vida activa. El tema puede adquirir relevancia debido a que existen diversos productos en envases metálicos que pueden contener cantidades altas de sodio, lípidos –y en particular ácidos grasos saturados– y azúcares añadidos que no son recomendables para el paciente con obesidad, particularmente si su consumo es cotidiano o excesivo.

Cuadro 1. Clasificación de los productos en envases metálicos por su aporte de energía (grasa y azúcar) y sodio.

| Productos altos en energía | | Productos altos en sodio | Otros |
|--|--|---|---|
| Por su contenido de grasa | Por su contenido de azúcar | | |
| Sopas cremosas Frijoles refritos Leche evaporada “Leche” de coco Media crema Salchichas tipo Viena Atún en aceite Sardinias Cochinita, chilorio “Dip” para acompañar botanas Aceitunas | Frutas en almíbar, como: piña, cereza, mandarina, mango, durazno, chabacano, lichis, cóctel, etcétera Leche condensada Ate Chongos zamoranos Jugos, néctares y bebidas de fruta Refrescos endulzados con azúcar | Jugos de verduras Bebidas energéticas Puré de tomate Caldos Sopas de pasta y verduras Frijoles refritos, enteros, machacados, para enfrijoladas Verduras en conserva en distintas presentaciones (entero, en trozos) como zanahorias, champiñones, chícharos, jitomates, palmitos, corazones de alcachofa, elotitos tiernos, granos de elote y maíz pozolero Papas en conserva Refrescos “light” Chiles serranos, jalapeños y chilpotles enteros, en rajas Lentejas Pechuga de pollo Atún en agua Salchichas tipo Viena Aceitunas | Bebidas alcohólicas (cerveza, bebidas preparadas) Café instantáneo Té sin azúcar Reemplazos de alimentos en presentación líquida como Slim Fast®, Ensure®, SimiRico® |

Nota: Esta lista no pretende ser exhaustiva.

Por otro lado, en el tratamiento de la obesidad pueden utilizarse como recurso los llamados reemplazos de alimentos que son productos en diversas presentaciones (bebidas, barritas, polvos para preparar bebidas o preparaciones) que

pueden sustituir una o dos comidas principales o alguna colación y que forman parte del plan de alimentación del paciente con obesidad. El reemplazo de alimentos en forma de bebidas suele ser el más utilizado y una de las formas comunes de presentación es en envase metálico. En este caso, el producto mismo es parte integral del tratamiento.

En la dieta del paciente con obesidad –salvo en casos severos o particulares– pueden incorporarse una variedad de alimentos y productos; sin embargo, se prefiere reducir lo más posible productos procesados o ultraprocesados que se caractericen por ser de alta densidad energética y por contener cantidades importantes de grasas, azúcares simples y sal (muchos de estos productos se presentan en envase metálico).

Es importante aclarar que no es que los alimentos sean buenos o no por el simple hecho de estar procesados, el procesamiento de alimentos ha desempeñado un papel central en la evolución humana por su contribución para asegurar

EN LA DIETA DEL PACIENTE CON OBESIDAD, SE PREFIERE REDUCIR LO MÁS POSIBLE PRODUCTOS PROCESADOS O ULTRAPROCESADOS QUE SE CARACTERICEN POR SER DE ALTA DENSIDAD ENERGÉTICA.

suministros adecuados de alimentos y, por consiguiente, el desarrollo de la civilización, la protección de la salud y el bienestar social y emocional al compartir las comidas (Kaufer-Horwitz *et al.*, 2015). Sin embargo, hay distintos tipos y grados de procesamiento y, en ocasiones, estos productos pueden tener alta densidad energética y contener cantidades excesivas de grasas, azúcares añadidos o sal, en cuyo caso se vuelven poco recomendables para el tratamiento de la obesidad, particularmente si hay comorbilidades.

Una dieta hipoenergética donde se incluyan abundantes verduras y frutas (más verduras que frutas por su menor aporte energético), y pocos cereales (de preferencia integrales), leguminosas y alimentos de origen animal magros es lo idóneo. Como bebida debe promoverse y preferirse el consumo de agua simple y deben evitarse las bebidas endulzadas con azúcar. Lo anterior se puede lograr a partir de alimentos sin procesar; sin embargo, la vida moderna hace esto difícil y, en general, se vuelve necesario recurrir a productos procesados de distintos tipos. En el caso de las verduras, por ejemplo, puede optarse por las congeladas. Las verduras en envase metálico suelen contener cantidades apreciablemente menores de fibra que en su forma natural, además de que con frecuencia se envasan en salmueras. Por otra parte, su apariencia es menos atractiva por los cambios en su coloración, secundarios al procesamiento térmico. A manera de ejemplo, basta con comparar los chícharos frescos o congelados con los enlatados en cuanto a su textura, sabor y color (Figura 1). Por su facilidad de preparación y consumo, algunas sopas caldosas (o caldos) en envase metálico

Una dieta hipoenergética donde se incluyan abundantes verduras y frutas (más verduras que frutas por su menor aporte energético), y pocos cereales (de preferencia integrales), leguminosas y alimentos de origen animal magros es lo idóneo. Como bebida debe promoverse y preferirse el consumo de agua simple y deben evitarse las bebidas endulzadas con azúcar. Lo anterior se puede lograr a partir de alimentos sin procesar; sin embargo, la vida moderna hace esto difícil y, en general, se vuelve necesario recurrir a productos procesados de distintos tipos. En el caso de las verduras, por ejemplo, puede optarse por las congeladas. Las verduras en envase metálico suelen contener cantidades apreciablemente menores de fibra que en su forma natural, además de que con frecuencia se envasan en salmueras. Por otra parte, su apariencia es menos atractiva por los cambios en su coloración, secundarios al procesamiento térmico. A manera de ejemplo, basta con comparar los chícharos frescos o congelados con los enlatados en cuanto a su textura, sabor y color (Figura 1). Por su facilidad de preparación y consumo, algunas sopas caldosas (o caldos) en envase metálico

podrían usarse al conformar la dieta del paciente con obesidad, siempre cuidando que el contenido de sodio y grasa sean bajos. En el caso de algunos productos existen versiones reducidas en grasa o sodio que pueden ser opciones para incorporar a la dieta del paciente con obesidad. A manera de ejemplo, un producto bajo en sodio (menos de 140 mg/porción), bajo en grasa total (menos de 3 g/porción) y bajo en azúcar con menos de 5 g/porción (NOM-051-SCFI/SSA1-2010; COFEPRIS, Manual de Etiquetado Frontal Nutricional, 2015).

Para facilitar la adherencia del paciente a la dieta, y considerando el tiempo restringido para preparar o consumir alimentos en la sociedad actual, pueden combinarse algunos productos procesados con alimentos naturales (con predominio de éstos últimos) para lograr diversidad en la dieta de una manera práctica.



Figura 1. Chícharos frescos, chícharos congelados y chícharos en envase metálico.

Se considera a los alimentos enlatados como la fuente predominante de bisfenol A. La contaminación de los alimentos con BPA es, por lo general, causada por el contacto con los materiales de envasado que contienen resinas epóxicas y policarbonato que, frecuentemente, se usan como recubrimiento para evitar que el producto alimenticio entre en contacto con el envase metálico y para evitar la corrosión de la lata. Debido a un proceso incompleto de polimerización, los residuos de monómero de BPA en recipientes y recubrimientos de policarbonato pueden migrar a los alimentos, especialmente durante el almacenamiento y el procesamiento a altas temperaturas (Geens *et al.*, 2012; Goodson *et al.*, 2002).

Algunos estudios recientes han sugerido que el BPA afecta el metabolismo de la glucosa a través de diversos mecanismos incluyendo resistencia a la insulina, la disfunción de las células beta pancreáticas, adipogénesis, inflamación y estrés oxidativo; lo anterior supone un vínculo plausible entre el BPA y la diabetes. Incluso, se ha sugerido que la exposición a BPA puede actuar como promotor para otros factores de riesgo de la diabetes, como es la obesidad al alterar los circuitos neuronales que regulan la conducta alimentaria o la diferenciación de los adipocitos (NOM-051-SCFI/SSA1-2010; Alonso *et al.*, 2011).

Sin embargo, en revisiones sistemáticas de estudios sobre el particular no se ha logrado documentar la asociación –y menos aún la asociación causal– entre el BPA y la obesidad o la diabetes por lo que éste sigue siendo un tema controvertido en el que se requiere de estudios prospectivos que midan la exposición a BPA y los subsecuentes cambios en la composición corporal para poder establecer temporalidad, causalidad y dirección de las posibles asociaciones, por lo que este tema requiere mayor investigación (Mirmira *et al.*, 2014; Lakind *et al.*, 2014; Sarah y Kim, 2015).

Dada la información con la que se dispone al momento, con lo anterior no se pretende sugerir la eliminación de los productos en envases metálicos de la dieta de los pacientes con obesidad, pero sí podría considerarse recomendar la moderación del consumo de productos enlatados, dado que la mayoría están recubiertos con resinas que contienen BPA.¹

Conclusiones

La obesidad es una enfermedad compleja que implica cambios permanentes en el estilo de vida, particularmente en los hábitos de alimentación y de actividad física. En el terreno de la alimentación, los cambios deben dirigirse a lograr estructura en el comer desayuno, comida, cena y colaciones en horarios establecidos y a consumir una dieta correcta donde se limite la cantidad de energía ingerida. Las dietas de baja densidad energética, el control de porciones, el consumo de abundantes verduras y de agua simple y la limitación en el consumo de productos ricos en energía, lípidos y azúcares simples son estrategias para lograrlo. Podrían incluirse productos en envases metálicos como opción práctica cuando se considere que esto facilitará que el paciente con obesidad se apegue a su plan de alimentación, aunque siempre será necesario individualizar a la situación particular del paciente y considerar que estos productos no deben ser el centro de la dieta.

Por último, es importante resaltar que el nutriólogo es el profesional de la salud responsable del aspecto nutricional del tratamiento de la obesidad y es la persona idónea para apoyar a los pacientes con obesidad en las decisiones relativas a su alimentación, incluyendo la conveniencia de la inclusión o no de ciertos alimentos o productos.

¹ Consultado en Mayo Clinic: <http://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/expert-answers/bpa/faq-20058331> el día 8 de septiembre del 2017.

Bibliografía

Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas. Washington, DC: OPS, 2015.

Alonso-Magdalena P., Quesada I., Nadal A. *Endocrine disruptors in the etiology of type 2 diabetes mellitus.* Nat Rev Endocrinol 2011; 7, pp. 346-53.

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Manual de etiquetado frontal nutrimental. México, 2015. En: http://www.cofepris.gob.mx/AS/Documents/COMISI%C3%93N%20DE%20OPERACI%C3%93N%20SANITARIA_Documentos%20para%20publicar%20en%20la%20secci%C3%B3n%20de%20MEDICAMENTOS/ALIMENTOS/ManualEtiquetado_VF.pdf (Consultado 8 septiembre 2017).

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, *Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados - Información comercial y sanitaria.* México.

Geens ,T., Aerts D., Berthot, C., Bourguignon J. P., Goeyens L., et al. *A review of dietary and non-dietary exposure to bisphenol-A.* Food Chem Toxicol. 2012, Oct.; 50(10):3725-40.

Goodson, A., Summerfield, W., Cooper, I. 2002. *Survey of bisphenol A and bisphenol F in canned foods.* Food Addit. Contam. 2002; 19:796-802.

Kaufer-Horwitz, M., García-García, E., Vázquez-Velázquez, V. "Obesidad en el adulto" en Kaufer-Horwitz, M., Pérez-Lizaur, A. B. y Arroyo P. (editores). *Nutriología Médica.* 4ª. edición. Editorial Médica Panamericana. México, 2015, pp. 557-592.

Lakind, J. S., Goodman, M., Mattison, D. R. *Bisphenol A and indicators of obesity, glucose metabolism/type 2 diabetes and cardiovascular disease: a systematic review of epidemiologic research.* Crit Rev Toxicol. 2014 Feb; 44(2):121-50.

Mirmira, P., Evans-Molina, C. *Bisphenol A, obesity, and type 2 diabetes mellitus: Genuine concern or unnecessary preoccupation?* Transl Res. 2014 Jul; 164(1):13-21.

Sarah, J. O. y Kim, R. *Bisphenol A exposure and associations with obesity among adults: a critical review.* Public Health Nutrition 2015; 18:1847-63.

What is BPA, and what are the concerns about BPA? en: <http://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/expert-answers/bpa/faq-20058331>. Consultado 8 septiembre 2017.

IV. ENFERMEDAD CELÍACA

La enfermedad celíaca (EC) y el Síndrome de Intestino Irritable (SII) son padecimientos que tienen manifestaciones parecidas por lo que en este texto se discuten en conjunto. Hasta un 30 a 60% de los casos de SII, pueden ser en realidad celíacos.

Se le conoce también como celiarquía, enteritis linfocítica, enteropatía sensible al gluten, intolerancia al gluten y esprúe celíaco; es una enfermedad sistémica autoinmune en la que existe intolerancia permanente al gluten y están involucradas varias respuestas inmunológicas diferentes. Se trata de una enteropatía crónica que afecta el intestino delgado de individuos genéticamente predispuestos, predisposición que está relacionada con el sistema de antígenos leucocitarios de histocompatibilidad (HLA) de clase II.

Por su parte, el gluten es un conjunto de proteínas, entre ellas la gliadina, que se encuentran en el trigo, la avena, la cebada, el centeno y el triticale (híbrido

EL GLUTEN FORMA PARTE DE LA ALIMENTACIÓN COTIDIANA DESDE LAS PRIMERAS SEMANAS DE LA VIDA E INCLUSO SE HA ENCONTRADO GLIADINA EN LA LECHE MATERNA.

de trigo y centeno). Por ello, el gluten forma parte de la alimentación cotidiana desde las primeras semanas de la vida (cereales y papillas infantiles, panes y galletas) e incluso se la encontrado gliadina en la leche materna. Además, se puede ingerir

gluten en forma inadvertida en productos alimenticios aparentemente carentes de gluten como consecuencia de contaminaciones cruzadas.

Historia

Hace casi 2 mil años, Areteo de Capadocia describió un padecimiento en pacientes desnutridos cuyo excremento era abundante y fétido. A finales del siglo XIX Samuel Gee realizó una descripción detallada de la enfermedad y en la década de los cuarenta del siglo XX, Dicke estableció la necesidad de quitar el gluten de la dieta para aliviar los síntomas. Los anticuerpos involucrados se aislaron en 1958 y en 2011 se definió que los anticuerpos pueden estar presentes en la mucosa intestinal, antes de que se puedan detectar en la sangre.

Prevalencia

A escala mundial, la EC afecta entre el 1 o 2% de la población general y aparece en cualquier edad y sin distinción de razas. Los factores detonantes suelen ser una infección, una intervención quirúrgica, el embarazo, cambios alimentarios y exposición a microbiotas diferentes. Haber sido amamantado al pecho parece retrasar la EC pero no la previene.

A ESCALA MUNDIAL, LA EC AFECTA ENTRE 1 Y 2% DE LA POBLACIÓN GENERAL Y APARECE EN CUALQUIER EDAD Y SIN DISTINCIÓN DE RAZAS.

En esta enteropatía, el epitelio del intestino delgado permite el paso de fragmentos peptídicos de la gliadina y, como consecuencia, se liberan interferón gamma (IFN- γ), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y otras citoquinas pro inflamatorias que favorecen la hiperplasia de las criptas y la lesión epitelial, la cual puede ser mínima o atrofiar las vellosidades intestinales aunque no siempre en forma ostensible.

Manifestaciones clínicas

El cuadro clínico de la EC es muy diverso e incluye tanto diarrea como estreñimiento. Inicialmente hay indigestión crónica e intolerancia permanente a la gliadina (indigestión, meteorismo, distensión abdominal y otros) que pueden ser fluctuantes con largos periodos de remisión. Muchos pacientes presentan una larga historia de molestias digestivas y algunas extra digestivas. En las formas extremas hay un síndrome de malabsorción grave con esteatorrea y signos de desnutrición, pero son muy raras en niños mayores de dos años y adultos e incluso muchos pacientes no tienen ninguna manifestación digestiva por períodos de tiempo prolongados.

Las principales manifestaciones extra intestinales son anemia ferropénica, migraña, artritis, osteoporosis, síntomas y signos neurológicos, dermatitis herpetiforme, hipoproteinemia, hipocalcemia o pruebas de función hepática alteradas, entre otros (Elli *et al.*, 2015).

Se calcula que hasta 90% de los celíacos no están diagnosticados; en especial entre los familiares de pacientes diagnosticados. A menudo es difícil relacionar el cuadro con la ingestión de gluten dada la presencia tan amplia de éste en la dieta y porque las reacciones pueden tardar horas o hasta días. A veces lo que se vuelve aparente es la intolerancia a otros alimentos (la más típica a la lactosa), pero las reacciones al gluten pasan inadvertidas ya que hay cierto acostumbamiento a ellas. Con frecuencia se atribuye neurosis o hipocondría a los pacientes ya que sufren ansiedad y es común que tengan una historia de variados estudios radiológicos o endoscópicos.

Tratamiento

El único tratamiento para EC es una dieta sin gluten de por vida (Rubió-Tapia, 2014). Como se mencionó antes, el gluten está presente en el trigo, la avena, la cebada, el centeno y triticale y sus derivados, pero también puede contaminar muchos productos durante su procesamiento.

A continuación se presenta una lista de los alimentos que son compatibles con una dieta sin gluten:

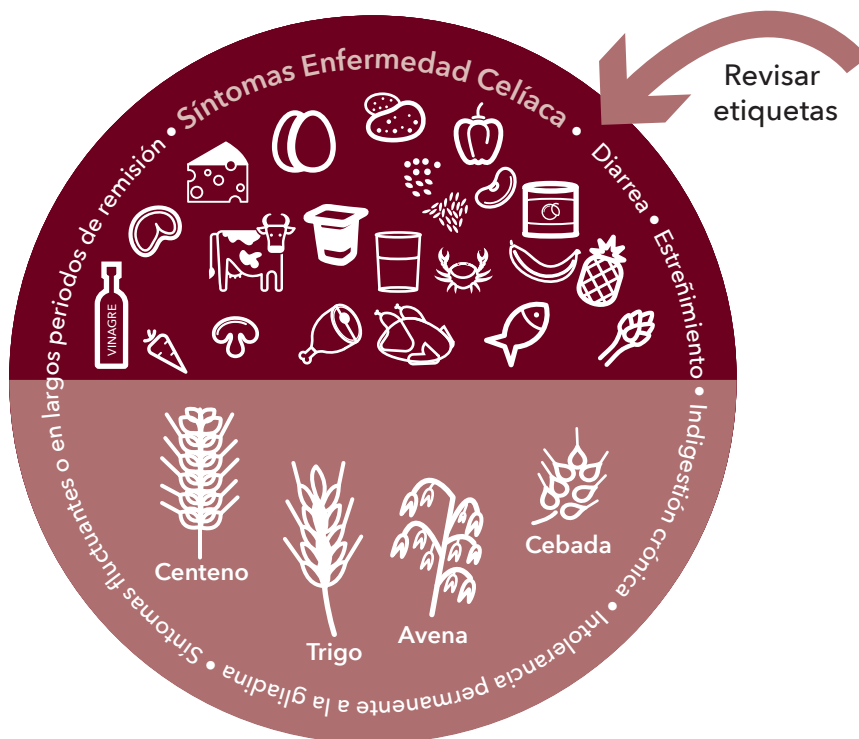
Alimentos y productos sin gluten aptos para celíacos

- Leche, crema, suero de leche, yogurt natural
- Todas las carnes frescas
- Huevos
- Maíz y sus derivados
- Semillas de plantas leguminosas
- Nueces y semillas (chía, linaza y otras)
- Frutas frescas, congeladas y enlatadas sin aditivos y jugos naturales
- Verduras frescas, congeladas y enlatadas sin aditivos y jugos naturales
- Aceites vegetales líquidos
- Miel, jarabe de maíz, azúcar
- Botanas como palomitas de maíz al natural, nueces y soya
- Condimentos: pepinillos naturales, aceitunas, hierbas naturales, pimienta negra pura y vinagres (de manzana o cidra, destilado blanco, de uva o vino, alcohol, balsámico)
- Amaranto y derivados
- Trigo sarraceno o alforfón
- Mijo
- Quinoa
- Arroz, todas las formas (integral, blanco, dulce, jazmín, basmati, arroz glutinoso, arroz pulido, salvado de arroz)
- Harina de soya (siempre y cuando este libre de gluten)
- Tapioca
- Harina de Teff (*Eragrostis tef*, es un cereal de la familia *Poaceae* originario de Etiopía, su harina es libre de gluten, es rico en hierro, vitaminas del complejo B, tiene alto contenido de lisina)
- Harina de papa, almidón de papa
- Harina de sorgo (solo que sea apta para consumo humano)

Nota: todo lo anterior, debe estar certificado "sin gluten", pues a pesar de que muchos de ellos por su composición no contienen gluten, pueden contenerlo

por contaminación cruzada en su proceso o almacenaje. En el caso de los alimentos en envases metálicos, es indispensable identificar los ingredientes en las etiquetas, sobre todo los ocultos con nombres que el consumidor desconoce como:

- Proteína vegetal
- Hidrolizado de proteína vegetal
- Malta, jarabe o extracto de malta
- Fécula
- Amiláceos
- Levadura
- Espesantes
- Sémola
- Almidón y almidones modificados: E-1404 (Almidón oxidado), E-1412 (Fosfato de dialmidón), E-1414 (Fosfato acetilado de almidón), E-1422 (Adipato acetilado de dialmidón), E-1442 (Fosfato de hidroxipropil dialmidón), E-1410 (Fosfato de monoalmidón), E-1413 (Fosfato fosfatado de almidón), E-1420 (Almidón acetilado), E-1440 (Hidroxipropil almidón) y E-1450 (Octenil succinato de almidón).



SÍNDROME DE INTESTINO IRRITABLE (SII)

Es un trastorno funcional digestivo descrito por Cumming en 1849, caracterizado por la presencia de dolor abdominal asociado con cambios en la frecuencia o consistencia de las heces sin datos de ninguna alteración bioquímica o estructural. También se le conoce como colon irritable, colitis mucosa; colon espástico y colitis espástica; es uno de los padecimientos más frecuentes en la consulta gastroenterológica (10-15%). Su incidencia va del 10 al 20% a escala mundial y de 16 al 35% en México, pero por la vaguedad del padecimiento y el bajo número de pacientes que acuden a consulta por el SII, es arriesgado aventurar cifras.

Según los hábitos de defecación el SII se clasifica en tres subtipos:

1. SII con constipación predominante
2. SII con diarrea predominante
3. SII mixto

Cuadro clínico

Es muy inespecífico y puede revestir diversos grados de gravedad aunque generalmente es leve. Se caracteriza por episodios recurrentes de dolor abdominal, meteorismo, distensión abdominal, sensación de plenitud y cambios de hábito de defecación más frecuente en jóvenes y en mujeres. Las molestias disminuyen después de defecar y pueden alternarse la diarrea y el estreñimiento.

Causas

El SII se atribuye a hipersensibilidad visceral que lleva al malestar o dolor abdominal y a alteraciones motoras gastrointestinales que a su vez conducen a la diarrea o estreñimiento; puede desencadenarse después de una infección intestinal o por estrés. Hay tendencia familiar pero no es claro el papel de la herencia. No se ha demostrado plenamente el papel de factores psicológicos pero no hay duda que afectan la calidad de vida y la percepción de la intensidad de los síntomas.

EL SII SE ATRIBUYE A HIPERSENSIBILIDAD VISCERAL QUE LLEVA AL MALESTAR O DOLOR ABDOMINAL Y A ALTERACIONES MOTORAS GASTROINTESTINALES QUE CONDUCEN A LA DIARREA O ESTREÑIMIENTO.

Se ha descrito así mismo, una posible asociación entre el SII y la diverticulosis del colon en las personas de edad avanzada. Objetivamente hay una micro inflamación intestinal con alteraciones en la producción de la serotonina, proliferación

bacteriana intestinal, sensibilidad a ciertos alimentos, malabsorción de hidratos de carbono, aumento de la permeabilidad intestinal y citosinas proinflamatorias en la circulación sistémica, etcétera.

El diagnóstico no es fácil, las molestias deben estar presentes por lo menos tres días al mes durante 3 o más meses y debe basarse en el descarte de otros padecimientos como la celiaquía, neoplasias colónicas y colitis ulcerativa.

Tratamiento

Es sintomático. Se recomiendan cambios en el estilo de vida, ejercicio regular y el mejoramiento en los hábitos de sueño para reducir la ansiedad. No hay una dieta específica para el SII por la diversidad de manifestaciones de una persona a otra, pero en los últimos tiempos, se han empleado dietas de exclusión de ciertos alimentos entre ellos los que contienen gluten o lactosa. Suele recomendarse evitar productos con cafeína y comer porciones más pequeñas. Se ha propuesto la dieta restringida en monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polioles (FODMAP por sus siglas en inglés) desarrollada en Australia

EN UN ESTUDIO CON TREINTA PACIENTES EN POBLACIÓN MEXICANA SE APLICÓ LA DIETA FODMAP Y SE ENCONTRÓ ÚTIL PARA ALIVIAR EL DOLOR O LA INCOMODIDAD POR DISTENSIÓN.

en 2014. Esta dieta excluye hidratos de carbono de cadena corta, como la fructosa y lactosa, los fructo y galactooligosacáridos como fructanos con más de 10 carbonos (inulinas) y galactanos, y alcoholes polhídricos, como sorbitol y manitol.

Existente un solo estudio en población mexicana con apenas 30 pacientes en el que se aplicó la dieta FODMAP; encontrándose, que parece ser útil para aliviar el dolor o la incomodidad por distensión y flatulencia del SII pero no para otros síntomas o signos. A continuación se describe la dieta restringida en FODMAP.

Alimentos desaconsejados por su alto contenido FODMAP¹

- **Fructosa:** manzana, mango, pera, frutos en conserva, sandía; fructosa como edulcorante, jarabe de maíz de alta fructosa; fruta deshidratada, jugos, concentrado de frutas, fruta deshidratada, jugos y miel.
- **Lactosa:** leche de vaca, cabra u oveja; helados, yogurt, postres lácteos, quesos blandos no curados (ej. ricota, requesón y crema).
- **Fructanos:** espárragos, brócoli, coles de Bruselas, col, betabel, berenjena, hinojo, escarola, ajo, puerro, cebolla, chícharos, quingombó, trigo y centeno en grandes cantidades (pan, galletas, cuscús, pasta), chirimoya, caqui, sandía, hoja de diente de león e inulina.

- **Galactanos:** Alubias cocidas, garbanzos y lentejas.
- **Polioles:** Manzana, chabacano, durazno, aguacate, cereza, lichi, nectarina, pera, ciruela, ciruela pasa, sandía.
- **Verduras:** Pimiento verde, coliflor, champiñón, elote.
- **Edulcorantes:** Sorbitol (420), manitol (421), isomaltosa (953), maltitol (965) y xilitol (967).

Alimentos permitidos en una dieta baja en FODMAP¹

- **Fruta:** plátano, arándano azul, arándano rojo, melón cantalupo, carambola, uvas, pomelo, melón verde, kiwi, limón, lima, mandarina, naranja, fruta de la pasión, papaya, piña, frambuesa, ruibarbo, anís estrellado, fresa.
Nota: la fruta deshidratada se puede comer en pequeñas cantidades.
- **Verduras:** alfalfa, alcachofa, brotes de bambú, ejote, col china, zanahoria, apio, cebollín, maíz, pepino, endibia, lechuga, calabacín, pimentón, aceitunas, patata, calabaza, acelgas, espinacas, colinabo, boniato, tomate y nabo.
- **Hierbas:** albahaca, chile, cilantro, jengibre, hierba de limón, menta, orégano, mejorana, tomillo, romero y perejil.
- **Cereales:** pan y cereales sin gluten, pan de arroz, y/o avena, platillos como la polenta de amaranto, mijo, quinua, sorgo, sagú, tapioca y psilio.
- **Lácteos:** leche y yogurt sin lactosa, bebidas sin lactosa como los denominados “leche” de arroz, “leche” de soya y “leche” de avena, se recomienda comprobar aditivos y consumir en pequeñas cantidades; quesos curados como Brie y Camembert.
- **Otros:** gelatinas, aceite de oliva, azúcar común (en pequeñas cantidades), glucosa, edulcorantes artificiales que no terminen en “ol”, jarabe de arce, melaza.

ES NECESARIO REVISAR LOS INGREDIENTES EN LAS ETIQUETAS PARA EVITAR CONSUMIR LOS ALIMENTOS O PRODUCTOS QUE ESTEN CONTRAINDICADOS.

Los envases de hoja de lata no están contraindicados por sí mismos para la Enfermedad Celíaca (EC) y para el Síndrome de Intestino Irritable (SII). Lo que podría ser perjudicial son los alimentos o productos contenidos en dichos envases por lo que es necesario cerciorarse con la etiqueta de su composición. Puede ser el caso de que el producto ya tenga un sello reconocido nacional o internacionalmente certificando “sin gluten”. Es necesario revisar los ingredientes en las etiquetas para evitar consumir los que puedan ser dañinos y para detectar los que podrían serlo por contaminación cruzada. Sin lugar a dudas, el paciente conoce bien por experiencia qué le sienta bien o no.

¹ El autor señala como fuente de esta información el sitio web: www.endoscopiasmurcia.es

Bibliografía

Elli, L., Branchi, F., Tomba, C., Villalta, D., et al. (2015). "Diagnosis of gluten related disorders: Celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity" en *World Journal of Gastroenterology*: 21(23), 7110-7119. Disponible para su consulta en: <http://doi.org/10.3748/wjg.v21.i23.7110>

Gómez, R. E., Pérez, L. A. B. "Fibra y sus efectos en la salud basada en evidencias" (pp. 168-177) en Valdovinos, D. M. A., Gómez, P. E., Torres, V. G. *Microbiota, Nutrición y Obesidad*. 2013: Clave, México, 220 pp.

Gómez, E. O., Macías, L. C. C. "Capítulo 14. Síndrome de intestino irritable: de la fisiopatología al tratamiento", pp. 81-100, en Yamamoto, F. J. K., Uscanga, L. (2014). *Gastroenterología Traslacional. Investigación Básica al servicio de la Práctica Clínica*, Permanyer, México: 265 pp.

Murray K., Wilkinson-Smith V, Hoad C, Costigan C, Cox E, et al (2014). *Differential effects of FODMAPs (fermentable oligo-, di-, mono-saccharides and polyols) on small and large intestinal contents in healthy subjects shown by MRI*. *Am J Gastroenterol*. 109:110-119.

Rubio, Tapia A. "Capítulo 11. Enfermedad celíaca: mas allá de la biopsia de intestino", pp. 57-59, en Yamamoto, F. J. K., Uscanga, L. (2014). *Gastroenterología Traslacional. Investigación Básica al servicio de la Práctica Clínica*, Permanyer, México: 265 pp.

Umaña G. J., Gallardo C. C, Lopera C. S. M., Restrepo I. "I. Caracterización de harina de teff (*Eragrostis tef*) como materia prima alternativa para panificados libres de gluten". *Vitae* 201219S228-S230. Disponible para su consulta en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914067>. Consultado el 8 de septiembre de 2017.

Capítulo 8

MITOS Y REALIDADES DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS

Luis Fernando Uscanga Domínguez y Sophia Eugenia Martínez Vázquez
Departamento de Gastroenterología Dr. J. de Jesús Villalobos Pérez
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Los alimentos envasados han resuelto algunos problemas de disponibilidad en situaciones especiales, momentos históricos y en zonas geográficas donde la escasez se ha hecho presente. Comprender sus usos, objetivos y limitaciones es parte de la finalidad de este capítulo junto con atender los principales cuestionamientos que se hace la población en general, los cuales se buscará responder a partir de la literatura científica disponible y actualizada de los últimos diez años.

Empezaremos por aclarar algunos conceptos que se han abordado a lo largo de este libro y que a manera de recapitulación se irán respondiendo en forma de preguntas y respuestas breves.

Sin embargo, en las dos últimas preguntas se hará una exposición extensa de la evidencia científica que se ha generado en la última década a través de estudios de seguimiento de grandes grupos de personas (estudios de cohortes) sobre las

LOS ALIMENTOS ENVASADOS HAN RESUELTO ALGUNOS PROBLEMAS DE DISPONIBILIDAD EN SITUACIONES ESPECIALES, MOMENTOS HISTÓRICOS Y EN ZONAS GEOGRÁFICAS DONDE LA ESCASEZ SE HA HECHO PRESENTE.

bondades y riesgos de los alimentos procesados para la salud. Es importante mencionar que un tratamiento más amplio sobre cada pregunta se encuentra en los capítulos previos a los cuales nos referiremos continuamente para que el lector pueda ahondar en ellos. Los recopiladores de esta obra nos han pedido llamarlos "mitos" debido a que se crea una narrativa alrededor de cada planteamiento y que, de no aclararse, puede crecer hasta convertirse precisamente en mito; sin embargo, los autores hemos decidido resolverlos como preguntas para dar una respuesta breve y concisa.

Una de las preocupaciones al momento de adquirir un producto enlatado es si se debe revisar la calidad de su envase. Se ha desarrollado el mito de que una lata golpeada puede causar daño, en ese sentido se plantea la siguiente pregunta:

| Mito | Realidad |
|--|--|
| ¿Son un riesgo para la salud las abolladuras en las latas? | Las abolladuras que rompen los recubrimientos internos representan un riesgo para la salud. Cuando son leves no existe peligro de contaminación. |

El control sanitario meticuloso que se lleva a cabo durante el proceso de envasado de alimentos señala que se debe evitar el maltrato de la lata ya que éste podría afectar la inocuidad o la calidad del producto; sin embargo, cuando los

golpes son leves, dado que los recubrimientos actuales son más resistentes y flexibles, evitan el contacto de los metales con el alimento. En cambio, cuando los golpes o abolladuras son tan severos que ocasionan la ruptura de dichos recubrimientos, sí existe un riesgo tanto para la composición del alimento como para la exposición del mismo al medio ambiente, la cual le llevaría a perder su inocuidad (NMX-EE-147-NORMEX, 2004)

Mucho se ha comentado entre la población el origen de los envases metálicos y los materiales con los que están elaborados, independientemente del manejo que haya tenido la lata; cabe señalar nuevamente que se han construido diversas suposiciones acerca del contenido de metales pesados y tóxicos en dichos envases. Es pertinente en ese caso plantearse la siguiente pregunta:

| Mito | Realidad |
|--|---|
| ¿El envase metálico transmite plomo a los alimentos? | No. Ni las latas ni las soldaduras se elaboran actualmente con metales pesados como el plomo. |

Actualmente la normatividad para el envasado de alimentos ha señalado que los metales con los que se elaboran las latas para la conservación de alimentos deben existir en abundancia, que sean fáciles de procesar y económicos, además de utilizar recubrimientos internos que no permitan el paso de cualquier materia que se considere contaminante. Los recubrimientos actuales son plásticos que forman una película totalmente impermeable, son enteramente inocuos y

NI LAS LATAS NI LAS SOLDADURAS SE ELABORAN ACTUALMENTE CON METALES PESADOS COMO EL PLOMO.

evitan la migración de alguno de sus componentes al alimento (Capítulo 2 de este libro). Se ha avanzado de manera rápida en el mejoramiento y regulación del proceso de envasado en recipientes de metal por lo que

los tipos de recubrimiento también han recibido dichos beneficios y, en ese sentido, el desarrollo ha permitido experimentar con varios tipos de películas hasta llegar a las plásticas, que no generan reacción alguna con los alimentos.

En algún momento de su evolución existió algún registro de reacciones químicas que pudieran ser dañinas y por eso la siguiente pregunta es oportuna:

| Mito | Realidad |
|---|---|
| ¿Los recubrimientos internos de los envases metálicos contaminan los alimentos? | No. Los recubrimientos internos están hechos de materiales inocuos, es decir, seguros para la salud humana. |

Como se ha visto a lo largo de este texto, el desarrollo de recubrimientos que se colocan al interior de las latas son plásticos o polímeros que se aplican en forma líquida a las láminas de manera controlada, por lo que no quedan excedentes de la materia. A continuación se pasan las latas a los hornos por espacio de 10 a 12 minutos a temperaturas superiores a los 180°C para evaporar el vehículo. Es así que se forma una película totalmente impermeable que solo puede romperse con algún golpe fuerte. Sin embargo, el meticuloso cuidado en el proceso tanto de producción del envase como en el de envasado, reduce el riesgo de cualquier contaminación (<https://es.factsaboutbpa.org/bpa-overview/bpa-basics>).

| Mito | Realidad |
|--|---|
| ¿El bisfenol A (BPA) de los envases metálicos contamina los alimentos? | El BPA es una sustancia que se ha encontrado en algunos alimentos que se conservan en latas; sin embargo, los niveles de BPA no son suficientes para ser considerados como un riesgo para la salud y no están asociados con el desarrollo de alguna enfermedad. |

La contaminación de alimentos con BPA se da a través del contacto con los materiales de envasado que contienen resinas epóxicas y policarbonato, sobre todo en un proceso incompleto de polimerización donde los residuos de monómeros de BPA en los recipientes y recubrimientos de policarbonato pueden migrar cuando se someten a altas temperaturas. Algunos estudios sugieren que este elemento es factor de riesgo para enfermedades como diabetes, obesidad o cáncer pero hasta el momento no existe evidencia contundente que se relacione tanto en la promoción como en la evolución de enfermedades no transmisibles.

Es necesario recapitular que un producto enlatado está compuesto por varias partes; primero, el envase que se ha descrito ampliamente en este libro y cuya elaboración ha sufrido transformaciones a lo largo del tiempo, para convertirlo en uno de los productos más seguros en lo que a salud se refiere; segundo, los alimentos contenidos dentro de la lata, que pueden estar o no modificados para su conservación; y, tercero, las sustancias conocidas como conservadores que prolongan la vida de anaquel de muchos productos y cuya cantidad, en ocasiones, es equivalente a una ración o porción en la dieta habitual.

Algunos nutrimentos pueden funcionar como conservadores naturales, entre ellos la sal y el azúcar; sin embargo las cantidades en muchas ocasiones, pueden ser excesivas.

| Mito | Realidad |
|---|--|
| ¿Por qué varios productos enlatados tienen sodio añadido? ¿Esa acción tiene algún efecto en la salud? | El sodio sirve como conservador y potenciador de sabores de alimentos enlatados y aquellos que contienen más de 20% del valor diario en la dieta*, se consideran altos en este elemento (FDA, https://www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/Consumers/ucm316876.htm , 2016). |

*El valor diario recomendado en México es de 2,400 mg al día.

La adición de sodio a los alimentos enlatados tiene la función de potenciar el sabor y conservarlos; sin embargo, como ya se comentó en el Capítulo 7, en la dieta mexicana se rebasa lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Varios estudios señalan que el consumo excesivo de sodio está relacionado con aumento de la presión arterial y causa efectos perjudiciales en los vasos sanguíneos, corazón y riñones (Whelton *et al.*, 1997; Whelton *et al.*, 2012). Una dieta que incluya más de dos porciones de alimentos enlatados podría contribuir a un exceso de sodio de acuerdo con las recomendaciones de la OMS. Lo más recomendable es que los alimentos frescos cocinados con poca sal sean parte de la dieta habitual tanto para la población en general como aquella con hipertensión arterial sistémica. Pero no solo la sal que se agrega

EL AZÚCAR QUE SE AÑADE A LOS ALIMENTOS ENLATADOS SIRVE COMO POTENCIALIZADOR DE SABOR.

a los alimentos está expuesta a ser adicionada en una cantidad excesiva, también los azúcares que tradicionalmente se han utilizado como un método de conservación de frutas y algunos cereales rebasan las

cantidades recomendadas por la OMS en 2015; la adición de azúcar ha generado nuevos alimentos que también han permitido proveer de energía a poblaciones vulnerables y en situaciones de crisis. Estos productos deben tomarse en cantidades adecuadas y es responsabilidad tanto de los productores como de los profesionales de la salud, informar la cantidad límite de una porción que aún puede ser benéfica. Esta noción introduce al tema que desarrollaremos después de responder la siguiente pregunta y que obligatoriamente conduce a otras interrogantes relacionadas con la potencial acción deletérea del azúcar en alimentos contenidos en latas.

| Mito | Realidad |
|--|---|
| ¿Por qué varios productos enlatados tienen azúcar añadida? | El azúcar que se añade a los alimentos sirve como un conservador natural para prolongar la vida de anaquel, aunque en algunos casos excede la cantidad recomendada por porción. |

Aquí la duda es si la adición de azúcar como conservador es dañina para la salud. El tema se trata en el Capítulo 7 donde las autoras concluyen que "...aún es prematuro realizar cualquier asociación de este tipo de alimentos con la diabetes ya que no existe un consenso particular sobre el perfil de alimento saludable y hasta el momento, lo más recomendable es individualizar el plan dietético de cada paciente" (bis).

Una de las grandes interrogantes sobre los alimentos enlatados es la relación que puedan tener con la incidencia o curso clínico del cáncer.

Para obtener una respuesta basada en evidencia científica y no en puntos de vista que pudieran dar lugar a sesgos, se revisaron registros en diversas poblaciones sobre el consumo de ciertos productos por su composición donde midieron diversos indicadores del estado de salud o de enfermedades. Algunos de los reportes derivados de esos registros se presentan en el Cuadro 1.

SE REVISARON REGISTROS EN DIVERSAS POBLACIONES SOBRE EL CONSUMO DE CIERTOS PRODUCTOS POR SU COMPOSICIÓN Y SE MIDIERON DIVERSOS INDICADORES DEL ESTADO DE SALUD O DE ENFERMEDADES (CUADRO 1).

Cuadro 1. Resumen de estudios observacionales que tratan sobre la asociación entre dieta, estilo de vida y cáncer en diversos órganos.

| Autores y título | Objetivo | Resultados | Conclusión |
|---|---|---|--|
| Consumption of sodium and salted foods in relation to cancer and cardiovascular disease: the Japan Public Health Center-based Prospective Study (Takachi <i>et al.</i> , 2010). | Examinar el consumo de sodio y alimentos salados asociados a cáncer y enfermedad cardiovascular en adultos japoneses. | Parece ser que el consumo elevado de alimentos procesados salados no tiene un efecto sobre el riesgo de enfermedades cardiovasculares HR 0.86 (IC 95% 0.74-0.99 p=0.04); sin embargo, el consumo elevado de alimentos procesados salados aumentó el riesgo de cáncer HR 1.10 (IC 95% 1.00-1.22 p=0.19). | En este estudio se observan probables asociaciones entre alimentos salados y aumento en el riesgo de cáncer. |

| Autores y título | Objetivo | Resultados | Conclusión |
|---|--|---|---|
| <p>Adolescents and mid-life and subsequent risk of thyroid cancer in the NIH-AARP Diet and Health Study (Braganza <i>et al.</i>, 2015).</p> | <p>Investigar si la ingesti3n de ciertos alimentos o grupos de alimentos se relacionan a riesgo de c3ncer de tiroides en adolescentes norteamericanos.</p> | <p>Se pudo observar un aumento en el riesgo para el consumo de carne de pollo y pavo con un HR de 1.59 (IC 95% 0.97-2.6 $p < 0.01$); para at3n enlatado un HR de 1.69 (IC 95% 1.01-2.83 $p = 0.03$); y para br3coli un HR de 2.13 (IC 95% 1.13-3.99 $p < 0.01$).</p> | <p>Este estudio sugiere que el consumo de algunos componentes de alimentos ricos en yodo y goitr3genos contenidos en carnes de aves, pescados enlatados y algunas verduras, durante la adolescencia, pueden influir en el riesgo de c3ncer de tiroides.</p> |
| <p>Dietary patterns and risk of oral cancer: a factor analysis study of a population in Jakarta, Indonesia (Amtha <i>et al.</i>, 2009).</p> | <p>Determinar la asociaci3n entre el patr3n diet3tico y el riesgo de c3ncer oral en una poblaci3n de Jakarta usando an3lisis factorial, obteniendo 4 factores: 1) Preferidos (comida r3pida, fermentados, enlatados, botanas altas en grasas y az3cares, verduras cocidas y crudas y mariscos); 2) Combinaci3n (l3cteos, carnes rojas, carnes blancas y frutas); 3) Qu3micos (alimentos procesados, con glutamato monos3dico); y 4) Tradicionales (bebidas y granos)</p> | <p>Aumento en el riesgo de c3ncer oral para Preferidos ORa 2.17 (IC 95% 1.05-4.5); para Qu3micos ORa 2.56 (IC 95% 1.18-5.54); para Tradicional ORa 2.04 (IC 95% 1.01-4.41) mientras que el factor Combinaci3n fue protector ORa 0.5 (IC 95% 0.24-1.0)</p> | <p>Ciertos patrones de alimentaci3n est3n relacionados al aumento en el riesgo de c3ncer oral mientras que otros pueden, incluso, disminuir el riesgo.</p> |

| Autores y título | Objetivo | Resultados | Conclusión |
|--|---|---|--|
| Salt processed food and gastric cancer in a chinese population (Hao-Lin <i>et al.</i> , 2014). | Investigar la asociación entre los alimentos procesados salados y el cáncer gástrico. | De forma general, el riesgo de cáncer gástrico se incrementó hasta 2.5 veces en consumo bajo de alimentos procesados salados hasta 11.4 en aquellos individuos que tienen un consumo elevado (>100 g/día). Comparando con las personas que nunca los consumen, aquellas que sí consumen más de 100 g/día de alimentos en escabeche, en salmueras y salados, el riesgo aumenta 5 veces (IC 95% 1.33-25.6). | El alto consumo de alimentos procesados, salados, particularmente las carnes saladas, las verduras en escabeche y conservadas en salmueras, se asociaron significativamente con aumento en el riesgo de cáncer gástrico. |
| Diet and colorectal cancer risk in Asia- a systematic review (Azeem <i>et al.</i> , 2015). | Encontrar correlaciones entre diversos tipos de dieta, alimentos o nutrientes y riesgo de cáncer colorrectal entre la población asiática. | Se encontraron asociaciones del cáncer colorrectal con los pescados secos salados, los camarones y mariscos, la carne roja, los alimentos ahumados y/o con grasas saturadas, los altos en sodio, así como los altos en azúcares. | Parece ser que los alimentos conservados confieren mayor riesgo para el desarrollo de cáncer colorrectal mientras que los naturales funcionan como protectores para los diferentes subtipos de este tipo de cáncer. |

| Autores y título | Objetivo | Resultados | Conclusión |
|--|---|---|---|
| <p>The role of dietary and lifestyle factors in the development of colorectal cancer: case control study in Minia, Egypt (Mahfouz et al., 2014).</p> | <p>Determinar la relación entre la dieta y el estilo de vida en el desarrollo de cáncer colorrectal en pacientes atendidos en un centro oncológico, comparados con controles.</p> | <p>Los factores dietéticos y de estilo de vida asociados a mayor riesgo de desarrollar cáncer colorrectal encontrados fueron las carnes rojas (OR=57.1), las conservas (OR=39.4), los edulcorantes artificiales (OR=20.8) la comida rápida (OR=12.8), los refrescos (OR=4.6), los alimentos picantes (OR=4.2), las carnes procesadas (OR=2.4) y fumar (OR=8.8).</p> | <p>El estilo de vida sedentario y la dieta con mayor cantidad de alimentos procesados, fue más frecuente en población con cáncer colorrectal por lo que se sugiere hacer modificaciones oportunas al estilo de vida y dieta de personas con susceptibilidad a cáncer colorrectal.</p> |
| <p>Preserved foods associated with increased risk of ovarian cancer (Lee et al., 2013).</p> | <p>Investigar la asociación entre el consumo de alimentos conservados y el riesgo de cáncer ovárico epitelial en mujeres chinas.</p> | <p>El riesgo de cáncer ovárico fue 1.78 veces (IC 95% 1.35-2.34) para aquellas mujeres que consumieron más de 13.5 g/día de verduras y carnes en conserva, riesgo que también se observa en los subtipos serosos y mucinosos.</p> | <p>La ingestión de alimentos en conserva se asoció positivamente con la incidencia de cáncer ovárico epitelial.</p> |

HR= hazard ratio o cociente de riesgo, IC= intervalo de confianza, OR= odds ratio o razón o momios, ORa= razón de momios ajustada.

La información anterior permite responder una de las preguntas más comunes a especialistas de la salud relacionados con la gastroenterología y nutriología, y es que debido al aumento en el diagnóstico (situación que puede estar modificada por mayor registro y no necesariamente por mayor número de casos) de cáncer en la población general, es esperado que la gente se pregunte si la dieta o factores del estilo de vida están relacionados con la aparición de ciertas enfermedades.

| Mito | Realidad |
|--|--|
| ¿El consumo de alimentos enlatados incrementa el riesgo de cáncer? | El tipo de procesamiento y la cantidad que se consume de un alimento incide más en la salud que el envase en el que se encuentra. Los conservadores suelen asociarse con diferentes tipos de cáncer. Sin embargo, los alimentos enlatados, por su procesamiento, no los requieren en cantidades que impliquen riesgos para la salud. |

Con información derivada de estudios con rigor científico, los autores sugerimos dos líneas de acción: la primera dirigida a la industria para que observe detenidamente el tipo de alimentos que está procesando, la forma en que se elaboran, las sustancias que se emplean para su conservación y las raciones que se recomiendan para consumo habitual y, la segunda, dirigida al consumidor para que revise la información en un alimento procesado tanto en los ingredientes como en los datos nutrimentales y de esta forma decida adecuadamente cómo integrarlo a su dieta cotidiana.

Existen diversos niveles de procesamiento de alimentos que se clasifican de acuerdo con la nomenclatura NOVA que se resume en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación NOVA para el nivel de procesamiento de los alimentos (Moubarac *et al.*, 2014).

| Nivel de procesamiento | Ejemplos de alimentos |
|--|---|
| <p>No procesados o mínimamente procesados</p> <p>Se refiere a plantas o partes de ellas comestibles como hojas, raíces, tubérculos, frutas, nueces, semillas o alimentos de origen animal (tejidos, órganos, huevos, leches) consumidos rápidamente después de haber sido cosechados, recolectados o sacrificados. Los alimentos mínimamente procesados o no procesados se alteran de modo que no se adicionan o se introducen sustancias pero sí se pueden remover partes de dicho alimento para su consumo. El procesamiento mínimo implica limpiarlos, desinfectarlos, lavarlos, pelarlos, molerlos, apachurrarlos, cortarlos, desollarlos, deshuesarlos, tallarlos, presionarlos, escardarlos, filetearlos, prensarlos, secarlos, descremarlos, pasteurizarlos, esterilizarlos, congelarlos, refrigerarlos, sellarlos, embotellarlos, envolverlos, empacarlos al alto vacío, batirlos con agua, fermentarlos con adición de organismos (sin generar alcoholes).</p> | <p>Frutas, verduras, semillas, granos, carnes, leguminosas, mariscos, leches; ya sean crudos, frescos, picados, congelados, secos, congelados, empacados o empacados al alto vacío, fermentados, no salados para su conservación, pulverizados, molidos, descremados y demás procesos descritos en el nivel de procesamiento correspondiente.</p> |

| Nivel de procesamiento | Ejemplos de alimentos |
|--|--|
| <p>Ingredientes culinarios procesados</p> <p>Sustancias extraídas y purificadas por la industria de constituyentes obtenidos de fuentes naturales como conservadores, estabilizantes, agentes purificantes y otros aditivos.</p> | <p>Aceites de plantas, grasas animales, azúcares, jarabes y sal.</p> |
| <p>Alimentos procesados</p> <p>Manufacturados con adición de sal (u otro ingrediente culinario como aceite o vinagre) para aumentar su duración o aumentar su palatabilidad. Directamente derivados de alimentos reconocibles como versiones de alimentos originales. Generalmente producidos para ser consumidos como parte de platillos o comidas. Su procesamiento incluye enlatados, embotellados, fermentados y otros métodos de conservación tales como salados, en salmueras y condimentados.</p> | <p>Verduras enlatadas o envasadas, conservadas en salmueras o vinagres, frutas peladas o rebanadas en jarabes, cortados en piezas conservados en aceite, nueces o semillas saladas, no reconstituídos o curados como jamones, tocinos, pescados secos, quesos hechos de leche, sal y fermentos; y panes hechos de harina, agua, sal y fermentos.</p> |
| <p>Alimentos ultraprocesados</p> <p>Formulados en su mayor parte de sustancias derivadas de alimentos u otras fuentes orgánicas. Tradicionalmente contienen poco o ningún alimento entero. Tienen gran vida de anaquel, empacados, alta disponibilidad, etiquetados, altamente o ultra palatables, con una gran transformación de su apariencia original aunque imitan dicha apariencia, forma y calidad sensorial de alimentos originales. Muchos ingredientes no están disponibles en tiendas al por menor. Algunos ingredientes son derivados directos de alimentos como aceites, grasas, almidones, azúcares y otros se obtienen de alimentos procesados o sintetizados de otras fuentes orgánicas. Numéricamente la mayor parte de los ingredientes son conservadores y otros aditivos como estabilizantes, emulsionantes, solventes, ligantes, expansores de volumen, endulzantes, intensificadores de sabor, color y olor. Algunos expansores pueden ser a base de agua o de aire. Se usan micronutrientes para fortificar los productos. Muchos están diseñados para ser consumidos como botanas o directamente del empaque o reemplazar platillos frescos así como comidas a base de alimentos no procesados o mínimamente procesados. Su procesamiento incluye la hidrogenación, la hidrólisis, la extrusión, el moldeado, la reforma, el preprocesamiento por freído u horneado.</p> | <p>Papas fritas en hojuelas, botanas, helados, chocolates, dulces, papas fritas, hamburguesas, hotdogs, nuggets de pollo o pescado, barritas de pollo o pescado, panes empacados, bollos, galletas, cereales de caja endulzados, pastelillos, mezclas para pastel instantáneas, mermeladas, margarinas, postres empacados; salsas, aderezos y sopas enlatadas, embotelladas y deshidratadas. Bebidas carbonatadas, bebidas energizantes, leches saborizadas, yogurts saborizados y endulzados, jugos y néctares de frutas embotellados, cervezas y vinos sin alcohol, carnes precocidas, pescados, verduras, pizzas, platillos de pasta; fórmulas infantiles, alimentos para bebés fortificados y sustitutos de platillos frescos.</p> |

De los estudios revisados, se puede ver cierto grado de procesamiento y ultra procesamiento puede asociarse de manera negativa con la salud, es decir, algunos alimentos modificados por ciertos procesos pueden ser factores de riesgo para algunas enfermedades. Pero entonces ¿la sugerencia debiera ser que no se consuman alimentos procesados ni ultra procesados en ninguna cantidad ni momento? Para ello hemos preparado el siguiente mito, en el cual reproducimos dos comentarios de estudios que hablan del papel de los alimentos procesados en la historia de la humanidad.

| Mito | Realidad |
|--|--|
| ¿Es posible tener una dieta saludable con alimentos enlatados? | Sí. Siempre y cuando se cumpla la premisa de no incluir más de 100 g/día de un producto procesado alto en sal o en azúcares. |

“Los alimentos procesados han permitido la supervivencia de grupos de personas en situaciones de hambruna o sin disponibilidad de ciertos alimentos. Los alimentos procesados contribuyen tanto a la seguridad alimentaria como a la seguridad nutricional de grupos vulnerables. El reto para la ciencia de la nutrición es lograr un progreso continuo contra la desnutrición relacionada a la pobreza mientras se busca disminuir el riesgo de enfermedades no transmisibles relacionadas a la malnutrición y a la obesidad” (Weaver *et al.*, 2014).

EL RETO PARA LA CIENCIA DE LA NUTRICIÓN ES LOGRAR UN PROGRESO CONTINUO CONTRA LA DESNUTRICIÓN RELACIONADA A LA POBREZA MIENTRAS SE BUSCA DISMINUIR EL RIESGO DE ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES RELACIONADAS A LA MALNUTRICIÓN Y A LA OBESIDAD

Finalmente queremos cerrar con un mito que corresponde al área de la gastroenterología en su interacción con la nutrición y es una inquietud que personas con síntomas gastrointestinales plantean a los especialistas: si pueden incluir alimentos procesados en su dieta. La respuesta que podemos formular al respecto, se plasma en el último mito.

| Mito | Realidad |
|---|---|
| ¿Pueden disminuir o aumentar síntomas gastrointestinales al consumir alimentos enlatados? | El calor utilizado durante el procesamiento de algunos alimentos modifica la carga de ciertos nutrientes como es el caso de los hidratos de carbono de cadena corta y con ello se disminuye la exposición de azúcares fermentables en el intestino (Muir, 2017) lo que podría ser de utilidad para algunos síntomas gastrointestinales, siempre que no se rebase el consumo de 100 g/día. |

Esto no implica necesariamente que al someter un alimento a un proceso de calentamiento se disminuirán ciertos síntomas gastrointestinales. En algunas ocasiones, pasar un alimento de su estado natural a un ligero cocimiento casero puede ser suficiente para que provoque un beneficio para su digestión. Habrá que tener cuidado en la selección de alimentos enlatados debido a que algunos de ellos pueden contener una carga mayor de azúcares, emulsionantes, sales y grasas que aumenten los síntomas de trastornos funcionales digestivos.

Con el desarrollo de este tema podemos concluir lo siguiente:

La elaboración de un envase metálico lleva un rigor metodológico y de calidad muy estricto y cada vez se avanza más en su desarrollo por lo que estamos en una era donde encontrar seguridad en este tipo de envases, es cada vez más común.

Los alimentos enlatados han permitido alimentar a individuos en situaciones de crisis como hambrunas, escasez, o emergencias. Sin embargo, no existen suficientes estudios longitudinales o de costo-beneficio que permitan conocer riesgos o ventajas a largo plazo de su consumo. De hecho la OMS promueve la adopción de dietas con alimentos locales y de origen natural.

Se puede hacer la aseveración de que es el contenido y no el envase lo que debe cumplir con mayor calidad cuidando no sobrepasar cantidades de conservadores ni emulsionantes que puedan ser factores de riesgo para enfermedades no transmisibles. Sugerimos a la industria de alimentos que evalúen aquellos que van a enlatar para que cumplan con premisas sobre la cantidad de sales, azúcares y emulsionantes y que seleccionen los que realmente beneficien a la población; hasta entonces la cantidad incluida en la dieta habitual no debe ser mayor a las recomendaciones descritas.

Bibliografía

¿Qué es el BPA? FACTS ABOUT BPA disponible en <https://es.factsaboutbpa.org/bpa-overview/bpa-basics>. Accesado el 4 de enero del 2018.

Amtha, R., Zain, R., Razak, I.R., Basuki, B., Roeslan, B.O., Gautama, D., Purwanto D.J. 2009. Dietary patterns and risk of oral cancer: A factor analysis study of a population in Jakarta, Indonesia. *Oral Oncology* 2009; 45(8): e49-e53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.oraloncology.2009.01.007>

Azeem, S., Gillani, S.W., Siddiqui, A., Jandrajupalli, S.B., Poh, V., Sulaiman, S.A. 2015. Diet and colorectal cancer risk in Asia: A systematic review. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 2015; 16(13): 5389- 5396.

Braganza, M.Z., Potischman, N., Park, Y., Thompson, F.E., Hollenbeck, A.R. Kitahara, C.M. 2015. Adolescents and mid-life diet and subsequent risk thyroid cancer in the NIH-AARP diet and health study. *International Journal of Cancer* 2015; 137 (10): 2413- 2423.

FDA. El sodio en su dieta: use la etiqueta de información nutricional y reduzca su consumo. Hechos sobre alimentos de la administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. FDA. disponible en <https://www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/Consumers/ucm316876.htm>

Lee, A.H., Su, D., Pasalich, M., Binns, C.W. 2013. Preserved foods associated with increase risk of ovarian cancer. *Gynecologic Oncology* 2013; 129(3): 570- 573.

Lin, S.H., Li, Y.H., Leung, K., Huang, C.Y., Wang, X.R. 2014. Salt processed food and gastric cancer in a Chinese population. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 2014; 15(13): 5293- 5298.

Mahfouz, E.M., Sadek, R.R., Abdel- Latief, W.M., Mosallem, F.A., Hassan, E.E. 2014. The role of dietary and lifestyle factors in the development of colorectal cancer: Case control study in Minia, Egypt. *Central European Journal of Public Health*; 22 (4): 215- 222.

Moubarac, J.C., Parra, D.C., Cannon, G., Monteiro, C.A. 2014. Food classification systems base on food processing: Significance and implications for policies and actions: A systematic literature review and assessment. *Current Obesity Reports* 2014; 3 (2): 256- 272.

Muir J. 2017. Using food science to make foods more tolerable. *Gastrodiet*, 3 de noviembre del 2017 en Universidad de Monash, Prato, Italia.

NMX-EE-147-NORMEX-2004. Envase y embalaje-metales. Envases de hojalata sanitarios para contener alimentos. Determinación de la capa de barniz. Método de prueba. (Esta norma cancela la NMX-EE-147-1982). (Publicación de decla-

ratoria de vigencia en el DOF: 15 de marzo de 2004, vigente a partir del 14 de mayo de 2004).

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2015. Directriz ingesta de azúcares para adultos y niños. Ginebra, Suiza 2015. pp 6.

Takachi, R., Inoue, M., Shimazu, T., Sasazuki, S., Ishihara, J., Sawada, N., Yamaji, T., Iwasaki, M., Iso, H., Tsubono, Y., Tsugane, S. 2010. Consumption of sodium and salted foods in relations to cancer and cardiovascular disease: The Japan Public Health Center-Based Prospective Study. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2010; 91(2): 456- 464.

Weaver, C.M., Dwyer, J., Fulgoni III, V.L., King, J.C., Leveille, G.A., MacDonald, R.S, Ordovas, J., Schnakenberg, D. 2014. Processed food: Contributions to nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2014; 99(6): 1525-1542.

Whelton, P.K., Appel, L.J., Sacco, R.L., Anderson, C.A., Antman, E.M., Campbell, N., Dunbar, S.B., Frohlich, E.D., Hall, J.E., Jessup, M., Labarthe, D.R., MacGregor, G.A., Sacks, F.M., Stamler, J., Vafiadis, D.K., Van Horn, L.V. 2012. Sodium, blood pressure, and cardiovascular disease: Further evidence supporting the American Heart Association sodium reduction recommendations. *Circulation* 2012; 126 (24): 2880- 2889.

Whelton, P.K., He, J., Cutler, J.A., Brancati, F.L., Appel, L.J., Follman, D., Klag, M.J. 1997. Effects of oral potassium on blood pressure: meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Journal American Medical Association* 1997; 277 (20): 1624- 1632.

