

Alimentos

Introducción, técnica y seguridad

Roxana Medin

Silvina Medin

6° edición | Ampliada y corregida

Alimentos

Introducción, técnica y seguridad

Roxana Medin

Silvina Medin

6° edición | Ampliada y corregida

Medin, Roxana

Alimentos: introducción, técnica y seguridad / Roxana Medin; Silvina Medin. -

6a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Hygea Ediciones, 2022.

268 p.; 28 x 20 cm.

ISBN 978-987-47811-4-7

1. Alimentación. 2. Bioseguridad. 3. Nutrición. I. Medin, Silvina. II. Título.

CDD 641.3001

Dirección editorial: Jorgelina Taveira.

Corrección: Karina Tzal.

Diseño de tapa e interior: Bárbara Musumeci y Yanina Cherei.

Maquetación y diseño de gráficos y figuras: Inés Rossano.

Reservados todos los derechos. Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier método o procedimiento, incluidos la reprografía y el tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamos públicos.

© 2022, Hygea Ediciones

www.hygeaediciones.com

© 2022, Roxana Medin y Silvina Medin

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

6° edición

ISBN 978-987-47811-1-6

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11723

Impreso en abril de 2022 en Argentina

Alimentos

Introducción, técnica y seguridad

Roxana Medin

Silvina Medin

6º edición | Ampliada y corregida



Nota de la editora

El año 2022 es un año muy particular. Para el momento en que este libro llega a sus manos, la pandemia de COVID-19 está prácticamente terminando y retomamos, con muchos cambios, es cierto, nuestras actividades habituales.

Hacer un libro lleva mucho tiempo, tal vez bastante más de lo que se piensa si no se conoce el oficio o la actividad. El hecho de que esta sexta edición de "Alimentos: introducción, técnica y seguridad" vea finalmente la luz en esta época significa que fue pensado, elaborado, corregido, editado, diseñado e impreso durante la pandemia.

Esto significó un esfuerzo enorme por parte de quienes participamos en él.

Como editora y guía del proyecto, no tengo más que palabras de agradecimiento para quienes redoblaron sus energías y ayudaron a llevarlo a buen puerto. Las diseñadoras, la correctora y las autoras (sí, ¡todas mujeres!) fueron aliadas incondicionales a la hora de materializar este libro.

Un agradecimiento especial para Roxana Medin y Silvina Medin, por haberle confiado a Hygea Ediciones esta nueva edición de uno de sus libros más queridos. Y, sobre todo, por haberme ayudado a revisarlo una y otra vez mientras me recuperaba de la infección por el coronavirus. Para ellas, mi gratitud infinita y la alegría de haber logrado este libro que, espero coincidan conmigo, está a la altura de y tiene lo que merecen quienes estudiarán con él: compromiso, calidad y rigurosidad.

Espero que lo disfruten tanto como lo hicimos nosotras mientras le dábamos forma.

Jorgelina Taveira
Editora a cargo

Prefacio 6^o edición

Según la Real Academia Española, “alimento es el que sirve para mantener la existencia de algunas cosas que, como el fuego, necesitan de pábulo”.

Con esta frase empezaba la primera edición de este maravilloso libro en el año 2002. A 20 años de este comienzo sentimos mucha emoción y responsabilidad en esta nueva entrega.

Con la divulgación y el alcance que ha tenido “Alimentos: introducción, técnica y seguridad”, sentimos que hemos contribuido en encender la curiosidad para el estudio de los paradigmas de la nutrición y los alimentos con un espíritu crítico, mediante la participación en la jerarquización de las tareas vinculadas al tratamiento de los alimentos.

Cada nueva edición implica un compromiso en la actualización, profundización y revisión de todo el material.

La docencia y la tarea en el campo del desarrollo de productos y la gestión, siempre con la integración de las diferentes áreas de la calidad (nutrición, bromatología y organolepsia) nos permite mantener la búsqueda y la necesidad de seguir investigando para poder dar lo mejor a quienes estudian y trabajan con alimentos. A través de la disciplina científica que estudia los alimentos, la Bromatología, se acerca al lector a los conceptos técnicos usando un enfoque teórico-práctico e interdisciplinario de la ciencia.

Los alimentos son sistemas bioquímicos complejos que reaccionan en forma variada durante su tratamiento. Por ello estimulamos su observación para reconocer los cambios que se generan a través de los procedimientos mecánicos, químicos, físicos y biológicos, y descubrir un verdadero laboratorio experimental en el área de la elaboración y el manejo de los alimentos.

En estas páginas se construye el conocimiento que afecta al tratamiento de los alimentos y se contempla la legislación, la gestión, la producción, el control de calidad y la seguridad sanitaria respecto de la aplicación culinaria e industrial, uniendo de esta forma la cocina y el manejo técnico-científico.

Esperamos que interpreten nuestra pasión por este complejo y maravilloso mundo. Estamos seguras de que ustedes también se sorprenderán y fascinarán.

Las autoras

Índice de contenidos

CAPÍTULO 1. Introducción a la ciencia de los alimentos	17
Legislación sanitaria	17
Alimento y sistemas alimenticios	18
Sistemas homogéneos y heterogéneos	18
Sistemas homogéneos	18
Sistemas heterogéneos	20
Operaciones para el tratamiento de los alimentos	21
Procedimientos mecánicos	21
Procedimientos físicos	23
Servicio de alimentos en caliente	28
Tratamientos térmicos industriales	29
Modificación de los nutrientes por aplicación de calor	29
Frío	31
Distribución de alimentos refrigerados y congelados	37
Deshidratación	37
Procedimientos químicos	38
Procedimientos biológicos	40
Procedimientos higiénico-sanitarios	40
Riesgos de los alimentos	41
CAPÍTULO 2. Agua	43
Introducción	43
Estructura química	43
Estados de agregación	43
Estado sólido	44
Estado líquido	44
Estado gaseoso	45
Efecto de los solutos sobre los cambios de estado del agua	45
Estados de agregación intermedios	45
Parámetros físicos involucrados en los cambios de estado a través del intercambio de energía	45
Disponibilidad de agua en los alimentos	46
Humedad relativa ambiente	47
Características químicas del agua	48
Dureza	48
Agua potable	48
Filtros de agua	48
Agua en expendedores	49
Aguas minerales	49
CAPÍTULO 3. Azúcares y dulces	51
Introducción	51
Azúcares	51
Monosacáridos	51
Disacáridos	51
Polialcoholes	51
Oligosacáridos	51
Polisacáridos	52
Características físicoquímicas de los azúcares	52
Modificación de los azúcares mediante aplicación de calor	54
Edulcorantes nutritivos	55
Azúcar-sacarosa	55
Jarabe de glucosa y jarabe de maíz de alta fructosa	56
Malta o jarabe de maltosa	56

Lactosa.....	56
Mosto concentrado de uva o jarabe de uva	56
Miel.....	56
Fructosa	57
Polialcoholes.....	57
Edulcorantes no nutritivos	58
Poder edulcorante.....	58
Preparaciones basadas en azúcares.....	58
Elaboración de dulces	58
Tipos de dulces.....	59
Chocolate.....	57
Elaboración del chocolate.....	62
CAPÍTULO 4. Evaluación sensorial y objetiva de los alimentos	63
Introducción	63
Evaluación sensorial.....	63
Textura.....	63
Sonido, ruido externo o interno	64
Aspecto	64
Sabor.....	64
Pruebas sensoriales	65
Ensayos sensoriales a cargo de jueces entrenados.....	65
Ensayos para jueces no entrenados	66
Evaluación objetiva	66
CAPÍTULO 5. Grasas y aceites	69
Introducción	69
Características de los ácidos grasos.....	69
Grado de insaturación	69
Isomería de los ácidos grasos	70
Distribución de los ácidos grasos.....	71
Clasificación de los lípidos.....	71
Lípidos simples apolares o neutros	71
Lípidos complejos.....	72
Aceites	72
Grasas.....	74
Control de calidad de los lípidos	74
Índice de saponificación (IS).....	74
Índice de yodo (IY)	74
Índice de refracción (IR).....	74
Índice de acidez (IA)	74
Densidad	75
Composición de cada aceite	75
Índices de detección del deterioro o alteración de los lípidos.....	75
Índice de peróxido (IP).....	75
Índice de Kreiss	75
Reacción del ácido tiobarbitúrico	75
Compuestos polares	75
Índice de acidez.....	75
Propiedades químicas y físicas de los lípidos	76
Punto de humo (PH)	76
Solubilidad	76
Cristales de grasa (polimorfismo).....	76
Consistencia o plasticidad de la grasa	76
Punto de fusión (PF).....	77
Calor específico (CE).....	77
Estabilidad y uso de los lípidos	78

Deterioro de los lípidos.....	78
Rancidez oxidativa	78
Rancidez hidrolítica.....	79
Polimerización	79
Preparaciones en base a grasas y aceites	80
Seguridad durante los procesos	80
Modificaciones químicas por cocción de grasas y aceites	80
Factores que regulan la absorción lipídica durante la fritura.....	81
Estabilidad térmica y oxidativa del ácido oleico y el ácido linoleico	82
Cálculo empírico de la absorción lipídica en una fritura	83
Productos industriales con grasas y aceites	83
Emulsiones	84
Composición de las emulsiones.....	84
Formación de una emulsión	85
CAPÍTULO 6. Proteínas alimentarias	87
Molécula proteica.....	87
Clasificación de las proteínas	87
Estructura de las proteínas	90
Características fisicoquímicas de las proteínas.....	91
Estructura coloidal.....	91
Carácter anfótero	91
Afinidad por el agua.....	91
Hidrólisis.....	91
Óxido-reducción	92
Características organolépticas	92
Cristalización.....	92
Desnaturalización.....	92
Cualidades funcionales de las proteínas.....	92
Enzimas.....	94
CAPÍTULO 7. Pardeamiento enzimático y no enzimático	97
Introducción	97
Pardeamiento no enzimático.....	97
Reacción de Maillard	97
Causas que inducen al pardeamiento no enzimático	98
Mecanismos para regular la reacción de Maillard durante la cocción	99
Pardeamiento enzimático	100
Prevención del pardeamiento enzimático no deseable	101
CAPÍTULO 8. Productos lácteos	103
Leche	103
Composición química	103
Estructura fisicoquímica de la leche.....	104
Tratamientos aplicados a la leche cruda	105
Control de calidad de la leche.....	107
Leche fluida	108
Crema de leche.....	109
Espuma de crema de leche.....	109
Manteca	109
Leche concentrada o evaporada	110
Leche condensada o concentrada con azúcar.....	110
Leche en polvo.....	110
Leches fermentadas.....	111
Preparaciones basadas en leche.....	112
Queso.....	114
Composición	114

Elaboración.....	115
Tipos de quesos	117
CAPÍTULO 9. Huevo	119
Introducción	119
Composición y estructura	119
Evaluación de la calidad	121
Clasificación por peso.....	121
Modificaciones físicas y químicas	121
Transformación por aplicación de calor.....	121
Procesos térmicos industriales.....	122
Métodos de cocción	122
Calor húmedo.....	123
Calor seco.....	123
Aplicación de procedimientos mecánicos.....	123
Espuma de clara.....	123
Preparaciones basadas en merengue.....	124
Funciones del huevo dentro de un sistema alimenticio.....	125
CAPÍTULO 10. Carnes	127
Introducción	127
Estructura de la carne	127
Prácticas y bienestar animal: sacrificio de los vacunos	129
Cambios musculares cadavéricos	129
Capacidad de retención de agua	131
Factores que afectan la capacidad de retención del agua.....	131
Pigmentos de la carne	132
Color rosa persistente después de la cocción	134
Control de calidad de la carne	134
Control microbiológico.....	134
Características de recepción y almacenamiento.....	134
Aplicación de procedimientos físicos.....	136
Transformaciones por cocción	136
Métodos de cocción	138
Cocción de carne congelada	138
Efectos de la congelación	140
Seguridad sanitaria y cocción adecuada.....	140
Gelatina	141
Distribución de los cortes en la media res.....	141
Conservas y semiconservas de carne.....	142
Clasificación de los productos cárnicos	142
Chacinados no embutidos	143
Chacinados embutidos	143
Salazones.....	144
Vísceras, achuras y menudos	144
Pescados y mariscos	144
Estructura y composición	145
Captura y conservación del pescado.....	146
Alteraciones del pescado	146
Seguridad higiénico-sanitaria.....	147
Presentaciones de pescado según el CAA.....	147
Limpieza del pescado para la elaboración	147
Cocción del pescado.....	148
Mariscos.....	148
Aves.....	148
Congelación y descongelación	150
Aplicación de procedimientos físicos: cocción	150

Caracoles.....	150
CAPÍTULO 11. Vegetales	151
Hortalizas y frutas.....	151
Estructura vegetal.....	151
Composición química.....	152
Clasificación y características de las hortalizas	157
Familia <i>Liliaceae</i>	157
Familia <i>Cruciferae</i>	157
Familia <i>Compositae</i>	158
Familia <i>Chenopodiaceae</i>	158
Familia <i>Cucurbitaceae</i>	158
Familia <i>Solanaceae</i>	159
Familia <i>Apiaceae</i>	159
Familia <i>Poaceae</i>	159
Familia <i>Fabaceae</i>	160
Clasificación y características de las frutas.....	160
Clasificación de los vegetales de acuerdo con las características climáticas óptimas.....	160
Maduración de los frutos	161
Cosecha	162
Almacenamiento, maduración y envejecimiento de los vegetales.....	162
Procedimientos mecánicos en hortalizas y frutas	164
Lavado	164
Subdivisión	164
Procedimientos físicos en hortalizas y frutas.....	164
Refrigerado.....	164
Hortalizas y frutas mínimamente procesadas	165
Congelación.....	165
Calor.....	166
Efectos de los procedimientos físicos y mecánicos sobre las hortalizas y las frutas	168
Procedimientos químicos	169
Variaciones de acidez y sal.....	169
Efectos de los procesos químicos sobre la composición de las hortalizas y las frutas.....	170
Envasado en atmósfera modificada o controlada.....	170
Irradiación.....	170
Conservas industriales	170
Alteración de alimentos enlatados.....	171
Control de calidad de las conservas industriales.....	172
Semiconservas.....	172
Conservas artesanales	172
Congelados industriales	172
Geles de pectinas	172
Enzimas pectolíticas.....	173
Control de las variables en un gel.....	173
Elaboración de geles y extracción de pectinas.....	173
Fórmulas básicas de los geles.....	174
Preparaciones de frutas	174
Frutas secas.....	175
Legumbres.....	175
Variedades de legumbres.....	176
Composición de las legumbres.....	176
Aplicación de procedimientos físicos en legumbres.....	177
Hongos o setas	178
Condimentos.....	178
Especias.....	178
Sal.....	180
Vinagre.....	180

Aceites esenciales.....	181
Salsas o aderezos	182
Purés.....	183
Colorantes vegetales naturales.....	184
CAPÍTULO 12. Cereales	185
Introducción	185
Estructura de los cereales.....	185
Tipos de cereales	187
Cosecha y conservación de los granos	187
Trigo	188
Ingredientes y aditivos para las preparaciones basadas en harina de trigo.....	191
Evaluación reológica de la masa	193
Panificación.....	194
Panes de diferentes harinas.....	195
Pastelería	195
Pastas alimenticias.....	197
Arroz.....	197
Maíz.....	198
Cebada	199
Germinación de la cebada para la producción de malta	199
Centeno	199
Avena	199
Sorgo.....	199
Trigo sarraceno.....	199
Harinas proteicas	199
Productos elaborados con cereales industrializados precocidos.....	199
Productos extrusados.....	199
Aplicación de procedimientos físicos sobre los cereales	200
CAPÍTULO 13. Infusiones, jugos, y bebidas carbonatadas y alcohólicas.....	201
Bebidas estimulantes.....	201
Té	201
Café.....	202
Yerba mate.....	203
Zumos o jugos	204
Elaboración de zumos cítricos.....	204
Bebidas carbonatadas	205
Materias primas.....	205
Elaboración.....	205
Composición de las bebidas carbonatadas	205
Bebidas alcohólicas.....	206
Bebidas fermentadas	206
Champaña o champagne.....	210
Bebidas destiladas.....	211
CAPÍTULO 14. Aditivos alimentarios y alimentos modificados	213
Introducción	213
Aditivos que evitan alteraciones químicas o biológicas	214
Conservadores.....	214
Aditivos que modifican las características organolépticas	215
Colorantes.....	215
Glaseantes	216
Agentes aromáticos y saborizantes.....	216
Resaltadores de sabor	216
Edulcorantes	216
Aditivos que mejoran el aspecto y las características físicas	217

Aditivos mejoradores o correctores de los alimentos.....	217
Reguladores del pH.....	217
Gasificantes.....	218
Mejoradores de harinas.....	218
Coadyuvantes de la tecnología.....	219
Alimentos modificados con fines nutricionales.....	219
Alimentos dietéticos.....	219
Alimentos fortificados.....	219
Alimentos funcionales.....	219
Alimentos genéticamente modificados.....	219
CAPÍTULO 15. Envases	221
Introducción.....	221
Funciones de un envase alimenticio.....	221
Aptitud de los envases para el contacto con los alimentos.....	221
Tipos de envases.....	221
Envases metálicos.....	221
Envases plásticos.....	221
Envases de papel.....	224
Envases de vidrio.....	224
Envasado de los alimentos.....	224
CAPÍTULO 16. Tratamiento experimental aplicado	227
Introducción.....	227
Criterio cuantitativo.....	227
Normas de bioseguridad.....	227
Cuadros de conversión de pesos y volúmenes.....	229
Aplicaciones experimentales.....	229
Bibliografía	263

Introducción a la ciencia de los alimentos

Desde su origen, el ser humano necesitó alimentarse para subsistir. Debió aprender a elaborar, transformar y conservar las materias primas de modo de satisfacer una necesidad tan básica como urgente. El fuego le permitió descubrir el sabor y el olor de lo cocido y su incorporación lo impulsó a inventar técnicas de cocción y recipientes para llevar a cabo estos procedimientos.

Con el paso del tiempo, se desarrollaron formas de conservación basadas en calor, frío, sal, azúcar y fermentación. En épocas de escasez, estas técnicas se refinaron mediante el uso de nuevas tecnologías y el estudio científico de los alimentos. Los criterios para la elaboración y la conservación de los alimentos se basaron en los principios de la bioquímica, la nutrición y la dietética.

La ciencia de los alimentos abarca la bromatología, la técnica dietética y la tecnología de los alimentos.

▪ **Bromatología:** es la ciencia que analiza las propiedades extrínsecas e intrínsecas de los alimentos y efectúa un análisis profundo de sus componentes básicos (hidratos de carbono, proteínas, lípidos, agua, minerales y vitaminas). También examina las modificaciones químicas, físicas y biológicas que causan cambios nutricionales, organolépticos y sanitarios antes y después de la aplicación de los procedimientos aplicados en el procesamiento de los alimentos.

▪ **Técnica dietética:** surge de la aplicación de la bromatología. Es el estudio de las transformaciones que experimentan los alimentos durante los procesos físicos, químicos y biológicos, antes y después de la cocción, y de los cambios de los principios nutritivos (hidratos de carbono, grasas, vitaminas, minerales) causados por estos procesos evaluados mediante análisis químicos y físicos.

▪ **Tecnología de los alimentos:** es la ciencia multidisciplinaria basada en los principios de la química, la bioquímica, la microbiología, la física, la ingeniería de procesos y la gestión industrial. Su propósito es obtener alimentos que cumplan con las legislaciones vigentes, sean inocuos y respondan a las necesidades del consumidor.

Los objetivos de la aplicación de la ciencia de los alimentos son los siguientes:

- Asegurar el estado higiénico-sanitario de los alimentos, las preparaciones y los productos alimentarios.
- Optimizar los procesos que permiten regular la pérdida de nutrientes.

- Mantener y mejorar las características organolépticas.
- Potenciar el rendimiento.
- Asegurar un almacenamiento adecuado.
- Tener en cuenta la sustentabilidad ambiental y económica.

Para la mejor comprensión de este tema se recurre al tratamiento experimental de los alimentos, que resulta de la aplicación del método científico, un proceso inductivo que aplica un razonamiento lógico de los hechos que acontecen durante el procesamiento de los alimentos (véase el capítulo 16, *Tratamiento experimental de los alimentos*).

Legislación sanitaria

El Código alimentario argentino (CAA) está incluido en la Ley Nacional 18284, decreto 2126/71, que se actualiza en forma continua, y regula el funcionamiento de toda la industria alimentaria. Está basado fundamentalmente en el *Codex Alimentarius*, las regulaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por su sigla en inglés) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El CAA incluye un conjunto de normas obligatorias que regulan la producción, el procesamiento, el control y la comercialización de los alimentos con el propósito de proteger la salud de los consumidores. Para asegurar la calidad de los productos generados por esta industria y los servicios de alimentos, se aplican normas, varias de ellas obligatorias y algunas optativas:

1. Obligatorias: buenas prácticas de manufactura (BPM), que se detallan en el capítulo 2 del CAA.

2. Optativas: incluyen el desarrollo de un sistema de gestión de calidad certificado, que es el resultado de acciones conjuntas de todas las áreas de una empresa o un organismo con el fin de mejorar sus procesos.

El proceso de normatización organiza los procedimientos y reduce al mínimo los riesgos. Estos procesos pueden ser certificados por entidades de referencia, como el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), el Organismo Argentino de Acreditación (OAA) y el Bureau Veritas®, entre otras.

En la actualidad se cuenta con diversos métodos para asegurar la calidad de los productos, que abarcan todos

los procedimientos de producción, envasado y distribución. Los más difundidos son:

▪ **Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP, por su sigla en inglés):** según directrices del capítulo 2, artículo 18 bis del CAA.

▪ **Organización internacional para la estandarización (ISO, por su sigla en inglés) 9001 (gestión de calidad)-22000:** sobre la inocuidad de alimentos, que confirma la seguridad alimentaria a través de toda la cadena de suministro.

El alimento como objeto de estudio se ha definido desde diferentes ópticas. Según el CAA, se entiende por alimento "a todas las sustancias o mezclas de sustancias naturales o elaboradas que ingeridas por el hombre aporten a su organismo los materiales y la energía necesarios para el desarrollo de sus procesos biológicos. La designación 'alimento' incluye, además, las sustancias o mezclas de sustancias que se ingieren por hábito, costumbres o como coadyuvantes, tengan o no valor nutritivo".

Alimento y sistemas alimenticios

El alimento como objeto de transformación ingresa en la cadena productiva como materia prima. A partir de ese momento, se convierte en un ingrediente que será sometido a diferentes operaciones para obtener un sistema alimenticio.

En el marco del tratamiento de los alimentos, se puede ampliar esta definición a "toda sustancia que ingerida o introducida en el organismo mantiene la actividad fisiológica y psicológica, proporciona energía y promueve la nutrición. Los alimentos son un conjunto de compuestos químicos que poseen características nutritivas o no, con color, gusto, olor y/o textura propios. Tienen distintas propiedades funcionales cuando son o forman parte de un sistema alimenticio".

El CAA también define los alimentos según su origen y sus procesos:

▪ **Alimento genuino o normal:** alimento que no contiene sustancias no autorizadas ni agregados que configuren una adulteración, de acuerdo con las especificaciones reglamentarias. Deberá expendirse bajo una denominación y rotulados legales sin indicaciones, signos o dibujos que puedan engañar respecto de su origen, naturaleza y calidad.

▪ **Alimento alterado:** aquel que, por causas naturales de índoles físicas, químicas y/o biológicas derivadas de tratamientos tecnológicos inadecuados y/o deficientes, aisladas o combinadas, ha sufrido un deterioro en sus características organolépticas, su composición intrínseca y/o su valor nutritivo.

▪ **Alimento adulterado:** aquel que ha sido privado, en forma parcial o total, de sus elementos útiles característicos, reemplazándolos o no por otros inertes o extraños;

al que se le han agregado aditivos no autorizados o se lo ha sometido a tratamientos de cualquier naturaleza para disimular u ocultar alteraciones, deficiente calidad de las materias primas o defectos de elaboración.

▪ **Alimento contaminado:** es aquel que contenga:

- Agentes vivos (virus, microorganismos o parásitos riesgosos para la salud), compuestos químicos, minerales o sustancias orgánicas extrañas a su composición normal, sean o no repulsivas o tóxicas.

- Componentes naturales tóxicos en concentraciones mayores a las permitidas según las exigencias reglamentarias.

▪ **Alimento falsificado:** aquel que tiene la apariencia y las características generales de un producto legítimo, protegido o no por una marca registrada, y que se denomina como este sin serlo, o que no procede de sus verdaderos fabricantes o zonas de producción conocidas y/o declaradas.

En este contexto, el concepto de alimento puede definirse como un **sistema alimenticio**, que es un alimento o un conjunto de ingredientes que se combinan en diversas proporciones con el propósito de obtener un producto final deseable luego de ser sometido a diferentes operaciones durante su tratamiento. Se considera sistema alimenticio a un pan, una milanesa o una galletita libre de gluten. Cada ingrediente es un sistema homogéneo o heterogéneo y cumple una función particular en el sistema alimenticio, de acuerdo con la forma que interactúan las moléculas entre sí y con el agua. De acuerdo con el tamaño, las interacciones y las propiedades de las partículas, estos sistemas se clasifican en homogéneos y heterogéneos.

Sistemas homogéneos y heterogéneos

En el cuadro 1-1 se mencionan los tipos de sistemas y sus principales características.

Sistemas homogéneos

Un sistema homogéneo está formado por cuerpos que poseen las mismas propiedades intensivas. Se entiende por propiedad intensiva a la que depende de la calidad de la materia del cuerpo considerado, como por ejemplo el olor, el gusto, la densidad, el punto de fusión y el punto de ebullición.

Una **sustancia pura** es toda sustancia homogénea que no puede ser separada en componentes con diferentes propiedades intensivas mediante métodos físicos de fraccionamiento (p. ej., azúcar refinada, agua destilada), mientras que una **solución** es toda sustancia homogénea que puede ser separada en componentes con diferentes propiedades intensivas mediante métodos físicos de fraccionamiento, como destilación, cristaliza-

Cuadro 1-1. Principales sistemas y sus características

Sistemas	Homogéneos	Sustancias puras		
		Soluciones (0,001 μ)	Moleculares Iónicas	
	Heterogéneos o dispersos	No coloidales (0,1 a 10 μ)	Suspensión Emulsión Espuma Humo Niebla Oclusión	
		Coloidales (0,001 a 0,1 μ)	Liófilos Liófobos	

ción y extracción, entre otros. Las partículas en solución miden menos de 0,001 micrones (m). El agua disuelve sustancias como sal, azúcar, ácidos, minerales, colorantes y vitaminas hidrosolubles. Las moléculas o iones en solución se denominan **solutos** y el medio donde están disueltos es el **solvente**.

De acuerdo con la relación soluto-solvente, las soluciones pueden ser:

- **Soluciones ordinarias:** la concentración de soluto es menor que el máximo admisible.
- **Soluciones saturadas:** la concentración del soluto es la máxima admisible.
- **Soluciones sobresaturadas:** la concentración de soluto es mayor que el máximo admisible, lo que determina que sean inestables, con tendencia a la separación del soluto.

De acuerdo con la interacción soluto-solvente, las soluciones pueden ser:

- **Solución iónica:** las sales, los ácidos y las bases se ionizan al solubilizarse en agua. Esta última afecta la unión electrostática que mantiene ligados a los iones de la molécula disuelta. Al disociarse, la sustancia se compone de dos iones con cargas opuestas, uno negativo y el otro positivo, rodeados por una capa de agua dipolar. El aumento de la temperatura no afecta en forma significativa la solubilidad. A modo de ejemplo, una solución de cloruro de sodio (NaCl) se disuelve en 100 mL de agua a 0 °C con una masa de 35,6 g, mientras que a 115 °C, la misma solución tiene una masa de 37,8 g en el mismo volumen de 100 mL de agua.
- **Soluciones moleculares:** las moléculas de muchos compuestos se unen mediante puentes de hidrógeno, como por ejemplo la sacarosa. Al entrar en contacto con el agua, estos puentes ligan grupos polares sobre la superficie cristalina del soluto. Estos no ionizan la molécula de agua, lo que habilita mayor cantidad de puntos de unión y aumenta la capacidad del agua como solvente.

El calentamiento en una solución molecular influye sobre su solubilidad porque disminuye la atracción de

las moléculas entre sí al aumentar el número de uniones soluto-solvente (puentes de hidrógeno). La sacarosa se disuelve en 100 mL de agua a 0 °C con una masa de 179 g, mientras que, a 115 °C, su masa alcanza 669 g en el mismo volumen de 100 mL de agua. Se observa entonces que las soluciones moleculares permiten incorporar mayor porcentaje de soluto que las iónicas. Esto se debe a que las primeras poseen más puntos de contacto por tratarse de uniones secundarias (puentes de hidrógeno), mientras que las uniones iónicas se disocian y de este modo se generan menos puntos de contacto soluto-solvente.

Las soluciones iónicas y las moleculares saturadas y sobresaturadas no se solidifican durante la congelación, lo que determina que queden líquidas o viscosas, respectivamente. Esto se debe a que toda el agua se encuentra unida al soluto y no está disponible para formar puentes de hidrógeno entre sus moléculas que le permitan cristalizarse.

En el cuadro 1-2 se describen las soluciones según el estado de agregación de las fases que las forman.

Cuadro 1-2. Soluciones según el estado de agregación de las fases que las forman

Tipo	Componentes
Gas-gas	Aire
Gas-líquido	Oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono en agua (agua sin hervir)
Líquido-gas	Vapor de agua
Líquido-líquido	Alcohol/agua
Sólido-líquido	Azúcar-agua
Sólido-sólido	Sacarosa no refinada (minerales + sacarosa)

Las soluciones:

- No sedimentan.
- Pasan a través de papel de filtro ordinario.
- Pasan a través de una membrana.
- No dispersan la luz.

Sistemas heterogéneos

Es el producto formado por cuerpos con distintas propiedades intensivas.

Los **sistemas heterogéneos o dispersos** están formados por una fase continua dispersante y una o más fases compuestas por una multitud de partículas pequeñas que constituyen la fase dispersa. De acuerdo con el tamaño de las partículas, los sistemas dispersos pueden ser no coloidales o coloidales.

Los **sistemas heterogéneos no coloidales** son los que pueden ser observados con un microscopio óptico y están formados por partículas de entre 10 y 0,1 micrones. Según el estado de agregación de las fases, estos se clasifican en sistemas en suspensión, emulsión, espuma, humo, niebla u oclusión (cuadro 1-3).

Las propiedades de los sistemas dispersos no coloidales son las siguientes:

- **Efecto Tyndall:** cuando un rayo de luz polarizada (radiación electromagnética que vibra en un solo plano, una luz a través de una lupa o láser) incide sobre un sistema heterogéneo translúcido, las partículas absorben y emiten luz en todas direcciones y se observa un cono de luz brillante que atraviesa el líquido. Las partículas del sistema evitan que pase la luz.
- **Separación:** las suspensiones y las emulsiones tienden a desestabilizarse. En un plazo más o menos breve, las fases dispersas se separan en forma total o parcial. Estas se pueden separar en la parte superior o inferior. Cuando la fase dispersa es sólida, se separa en el fondo y forma un sedimento (p. ej., almidón y agua a baja tem-

peratura). Cuando la fase dispersa es líquida, se separa en la parte superior y se denomina crema o grasa (p. ej., mezcla de vinagre y aceite). La velocidad de la separación depende del tamaño de las partículas, de la diferencia de densidades entre la fase dispersa y la dispersante, de la viscosidad del medio y de la temperatura.

Los sistemas no coloidales:

- Sedimentan en reposo.
- Se pueden separar a través de un papel de filtro ordinario.
- Se separan a través de una membrana.
- Dispersan la luz polarizada.

Los sistemas heterogéneos coloidales poseen partículas micelares que no pueden observarse con microscopio óptico porque miden entre 0,001 y 0,1 m. Se diferencian de las soluciones y de los sistemas heterogéneos no coloidales por su tamaño y su funcionalidad.

Los sistemas coloidales pueden confundirse con los no coloidales cuando contienen partículas de tamaño en el límite entre ambas o con las soluciones verdaderas si se tiene en cuenta que las partículas dispersas nunca pueden tener un tamaño idéntico.

De acuerdo con la afinidad de las partículas dispersas por el medio dispersante, los coloides se clasifican en:

- **Coloide liófilos:** la fase dispersa atrae a la fase dispersante y se forman soles, geles o espumas. En la dispersión, el sistema se estabiliza gracias a la solvatación, que es la capa de agua que se une a la micela; en este caso el sistema es viscoso y forma soles. Debido a que su tensión superficial (atracción entre las moléculas) es inferior a la del medio dispersante, pueden transformarse en espuma al agitarse mediante procedimientos mecánicos. Tienen la capacidad de agregarse para constituir una red y pueden retener agua dentro de esta estructura, que se denomina gel. Un gel se puede formar tanto en un medio ácido como alcalino y requie-

Cuadro 1-3. Sistemas heterogéneos no coloidales

Designación	Fase dispersante	Fase dispersa	Ejemplos
Suspensión	Líquido	Sólido	Almidón en agua fría
Emulsión	Líquido	Líquido	Mayonesa (grasa en agua estabilizada con emulsionante)
Espuma	Líquido	Gaseoso	Merengue blando (estabilizado con azúcar)
Humo	Gaseoso	Sólido	Humo
Niebla	Gaseoso	Líquido	Nieblina/aceite en aerosol
Oclusión	Sólido	Gaseoso	Espumas solidificadas (merengue duro, pan) (estabilizado durante la cocción)

re la aplicación de calor o gran cantidad de electrolitos para precipitar. Su carga depende de su afinidad con el medio: positivos en un medio ácido y negativos en un medio alcalino. En un ultramicroscopio, la micela coloidal obstaculiza el paso de la luz y se observa un haz luminoso, difuso y opalescente, sin que se logre distinguir cada partícula individual. En la naturaleza pueden presentarse como soles (caseína en la leche), que se pueden transformar en geles (caseína en el queso) o poseer como constitución primaria la de geles (actina-miosina en carnes enteras), que pueden transformarse en soles (actina-miosina en salchichas).

▪ **Coloide liófilo:** la fase dispersante es rechazada por la fase dispersa, por lo que no son viscosos y no forman geles. Su tensión superficial es similar a la del medio dispersante y no forman espuma si se agitan. Tienen una carga eléctrica de signo definido. En este tipo de coloides, las partículas se pueden ver a través de un ultramicroscopio y se observa el denominado movimiento browniano (que se explicará más adelante). Se estabilizan gracias a la existencia de fuerzas electrostáticas opuestas (que se repelen).

En el cuadro 1-4 se detallan los tipos de coloides y algunos ejemplos.

Cuadro 1-4. Tipos y ejemplos de coloides

Tipo de coloide	Ejemplo
Liófilo	Proteicos: gelatina, clara de huevo No proteicos: amilosa y pectinas
Liófilo	Melanoidinas: pigmentos producidos durante el pardeamiento no enzimático Microcápsulas que contienen hierro en leche enriquecida

Los coloides poseen las siguientes propiedades:

▪ **Efecto Tyndall:** fenómeno típico de los sistemas dispersos. Al pasar un haz de luz polarizada a través del sistema se forma un cono de luz (figura 1-1).

▪ **Azul Tyndall:** cuando un coloide puro es iluminado, suelen adoptar un débil color azulado, llamado azul Tyndall.

▪ **Estabilidad:** los coloides son estables. Pueden modificarse por efecto salino (al agregar una sal), si cambia el pH (a través del agregado de ácido o base) o por aumento o descenso de la temperatura. Esto último es característico de los coloides liófilos.

▪ **Movimiento browniano:** las partículas o gotitas que forman la fase dispersa de un sistema coloidal están en continuo movimiento, en forma de zigzag, que puede ser visto con un ultramicroscopio.

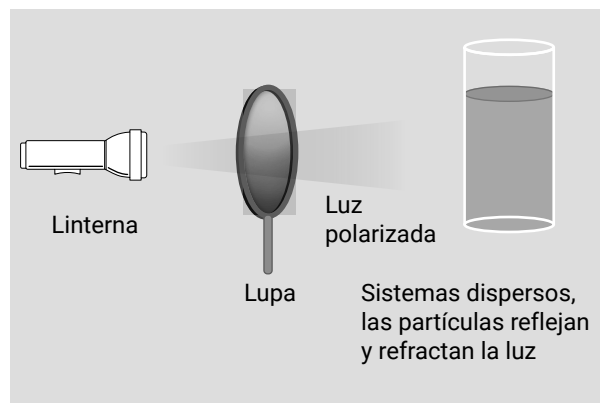
▪ **Cargas eléctricas:** las partículas poseen cargas eléctricas de igual signo que, al repelerse, generan movimiento.

Cuando se neutralizan las cargas de los coloides liófilos, ocurre la floculación o la coagulación del coloide y/o su precipitación.

Los sistemas coloidales:

- No sedimentan.
- Pasan a través de un papel de filtro ordinario.
- Se separan al atravesar una membrana.
- Dispersan la luz polarizada.

Fig. 1-1. Efecto Tyndall característico de los sistemas heterogéneos o dispersos al ser atravesados por un haz de luz.



Operaciones para el tratamiento de los alimentos

Las operaciones que se aplican a los alimentos durante su tratamiento abarcan el conjunto de procedimientos mecánicos, físicos, químicos, biológicos e higiénico-sanitarios. En la actualidad, todos los alimentos se someten a alguna modificación cualitativa y/o cuantitativa antes de ser ingeridos. Estos procedimientos son siempre beneficiosos desde el punto de vista organoléptico y bromatológico pero, en ciertas ocasiones, modifican el valor nutricional o su biodisponibilidad, en beneficio o detrimento del consumidor.

Procedimientos mecánicos

Son aquellos que se ejecutan en forma manual o con maquinarias adecuadas para cada operación. De este modo se mejora el estado sanitario de un alimento por medio de la eliminación de desechos (partes no utilizables). Además, estos procesos permiten crear la superficie de contacto necesaria que el método de cocción requiera. A continuación, se describen los procedimientos mecánicos que modifican los alimentos.

Lavado

Permite limpiar los alimentos y eliminar partículas extrañas al producto. El agua utilizada debe cumplir con las normas de pureza del CAA. Los alimentos que se consumen crudos, como frutas y hortalizas, se deben desinfectar previo lavado con agua potable (véase el apartado "Procedimientos mecánicos" en el capítulo 11, *Vegetales*).

Subdivisión

Operación que se utiliza para separar los alimentos en partes. Puede tratarse de subdivisión sin separación de desechos o con separación de desechos.

La **subdivisión simple o sin separación de desechos** se utiliza para dividir una pieza o un trozo de alimento en partes más pequeñas, sin alterar el peso inicial ni las características nutricionales. Se aplica en alimentos crudos o cocidos y mejora la digestibilidad. Se pueden utilizar cuchillos, procesadoras domésticas o industriales, cortadoras de fiambres o picadoras. Los procedimientos más usados son:

- Cortado.
- Picado.
- Rallado.
- Triturado.
- Pisado.

La **subdivisión con separación de desechos** se utiliza para eliminar de los alimentos aquellas partes innecesarias, sean comestibles o no. Se aplica a alimentos crudos y cocidos. Los instrumentos usados son cuchillos, exprimidores, filtros, tamices, peladoras industriales y otros. Se aplica a la separación de componentes sólidos entre sí, sólidos de líquidos o líquidos entre sí. Este proceso disminuye el valor nutritivo si el desecho se asocia con partes comestibles con principios nutritivos, como por ejemplo el pelado de frutas, pero mejora la digestibilidad y el estado sanitario al eliminar los microorganismos de la superficie. El peso final siempre es menor que el inicial.

La separación de **componentes sólidos entre sí** incluye los siguientes procesos:

- **Cortado:** separación de troncos, huesos, grasa u hojas marchitas.
- **Pelado:** separación de cáscaras o piel de frutas u hortalizas, cáscaras de huevo duro.
- **Tamizado:** separación del salvado y del endosperma en la harina.
- **Friccionado:** separación de la cáscara de los tubérculos, pelado a máquina por superficies rugosas.

La separación de sólidos y líquidos dentro de un mismo alimento incluye los siguientes procedimientos:

- **Exprimido:** para la obtención de zumos de frutas y hortalizas.
- **Filtrado:** para la elaboración de infusiones.
- **Sedimentado:** preparación de infusiones, clarificación de la manteca.

- **Centrifugado:** separación de pulpa de zumos o agua de lavado de las verduras.

- **Cascado:** separación de la cáscara en el huevo crudo.

- **Escurreo o colado:** separación del agua de cocción en pastas, vegetales o carnes.

La separación de **líquidos entre sí** incluye los siguientes procedimientos:

- **Decantado:** es el caso del aceite y el vinagre o la clara de la yema de huevo.

Durante los procedimientos de esta clase en los que se separan desechos, se inicia el proceso con el alimento tal como se adquiere, con un **peso bruto (PB)**, y se generan desechos no comestibles o no utilizables, que representan el **factor de corrección (FC)** para calcular la cantidad de alimento comestible o utilizable. A partir de estas cifras se calcula el **peso neto (PN)**, que servirá para realizar las preparaciones. Se puede utilizar una fórmula para calcular los gramos necesarios en cada operación.

$$FC = PB/PN$$

Si se desea calcular un peso bruto o un peso neto teórico teniendo el valor del FC, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$PB = PN \times FC$$

$$PN = PB \times FC$$

Estas fórmulas son útiles para calcular la cantidad que se debe comprar a partir de un PN o el valor nutricional si se parte del PB. Si bien existen tablas de factores de corrección (véase el capítulo 16), es importante que cada unidad productora de alimentos realice un estudio de los desechos habituales de los alimentos que adquiere en el comercio y de los equipos que utiliza para los procedimientos mecánicos, ya que estos factores pueden introducir variaciones.

Unión

Operación que permite juntar dos o más ingredientes en una preparación mediante métodos manuales o eléctricos. Se puede efectuar a través de los siguientes procedimientos:

- **Mezclado:** se utiliza para incorporar un alimento en otro, siempre que sean miscibles entre sí.

- **Batido:** se utiliza para incorporar un alimento en otro en caso de que no sean miscibles de manera espontánea (aceite-vinagre-yema de huevo para hacer una emulsión, clara de huevo-aire para hacer espuma).

- **Amasado:** se aplica para obtener una masa o amasijo mediante el mezclado de un líquido (agua, grasa o huevo) con una sustancia pulverizada (harina, almi-

dón), lo que da como resultado un producto espeso, blando y consistente.

- **Empanado o enharinado:** se utiliza cuando se debe cubrir un alimento con otro (milanesa, escalope).
- **Rellenado:** se utiliza para contener un alimento con otro (empanadas, tartas, vegetales rellenos).

Subdivisión y unión

Es la operación que combina los dos procedimientos antes descritos.

Licuada

Consiste en subdividir y mezclar varios alimentos (de todo tipo).

Procedimientos físicos

Debido a la importancia que tiene la aplicación de los procedimientos físicos en los alimentos en términos higiénico-sanitarios, tanto en la cocción como en la conservación, es indispensable comprender el efecto del calor y el frío sobre el comportamiento de los microorganismos. A continuación se describen algunos conceptos importantes.

1. Calor: una de las múltiples formas en que se presenta la energía. Puede transmitirse de un cuerpo a otro. El calentamiento implica un movimiento de las moléculas. Según su fuente, la energía puede provenir de la combustión de gas o carbón, de la electricidad o de ondas electromagnéticas (horno de microondas).

2. Temperatura: propiedad de los cuerpos que indica la existencia de calor en su interior. Se mide con el termómetro,

cuya variedad es muy amplia. Los termómetros que se utilizan en alimentos vienen con vástagos de metal ("pinchacarne"), con sondas, infrarrojos y termocuplas. El termómetro es un instrumento esencial para el control de las temperaturas en el área de elaboración de alimentos y es importante conocer el comportamiento de los microorganismos a diferentes temperaturas para definir el tipo de procedimiento físico necesario en cada alimento (cuadro 1-5). También es útil conocer las temperaturas utilizadas durante las operaciones en las que se manejan alimentos (cuadro 1-6).

3. Transmisión de calor: proceso físico de propagación del calor a través de distintos medios. La cantidad de energía necesaria para calentar una sustancia depende de la agitación de las moléculas y del número de moléculas involucradas en el movimiento. La unidad para expresar la cantidad de energía es la caloría, que es una unidad de calor y se define como la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de 1 gramo masa de agua en 1 °C. El calor es intangible por ser energía y la temperatura es la forma en que se mide el calor. En la escala de temperatura Celsius, 0 °C representa el punto de fusión del hielo y 100 °C, el punto de ebullición del agua a presión atmosférica normal sobre el nivel del mar. El calor se transfiere de sistemas con mayor temperatura a sistemas con menor temperatura. Cuando estos se ponen en contacto, se habilita el flujo de energía hasta alcanzar un equilibrio térmico en el que se igualan las temperaturas.

Cada sustancia posee un **calor específico** (Ce) característico, que es la cantidad de energía, en calorías, que se necesita para que 1 g de la sustancia eleve su temperatura 1 °C (véase el capítulo 2, *Agua*).

Cuadro 1-5. Comportamiento de los microorganismos a diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	Procedimiento físico	Efecto sobre los microorganismos
>100	Ebullición del agua a presión mayor a la atmosférica normal Esterilización	Muerte de todos los microorganismos (esporulados y no esporulados)
100	Ebullición del agua Pasteurización	Muerte de los microorganismos, excepto los termorresistentes (esporulados)
≥80	Cocción por hervido, fritura, horno, asado, microondas. Temperatura en el centro geométrico del alimento	
74	Recalentamiento Temperatura en el centro geométrico del alimento	Muerte de la mayoría de los microorganismos desarrollados durante el almacenamiento
60	Temperatura de conservación en caliente Se consigue en baños de agua a 85-90 °C	Inhibe el desarrollo de microorganismos y evita la producción de toxinas
20-40	Rango de almacenamiento a temperatura ambiente	Máximo desarrollo bacteriano
0-7	Temperaturas de almacenamiento refrigerado	Disminución del ritmo de desarrollo bacteriano
-18	Conservación de alimentos congelados	Ausencia de desarrollo bacteriano

Cuadro 1-6. Temperaturas utilizadas durante las operaciones en las que se manejan alimentos y su función

Temperatura		Operaciones	Función
°F	°C		
	-30	Equipos de congelación	Congelación industrial
0	-18	Temperatura del freezer	Conservación de alimentos congelados
32	0	Cámaras frigoríficas	Temperatura límite inferior para refrigerar la mayoría de los alimentos Punto de congelación del agua pura
40-45	4-7	Temperatura de heladera	Conservación de alimentos refrigerados
68-77	20-25	Temperatura ambiente	Conservación de alimentos no perecederos
120	48,9	Lavado de vajilla y utensilios de mano	Mejora la cocción del detergente, desengrasa
140-158	60-70	Lavado en lavavajillas	Mejora la cocción del detergente y desinfecta
149-176	65-80	Pasteurización industrial (aproximadamente 30 minutos)	La temperatura y el tiempo elegido deben garantizar la eliminación de los microorganismos patógenos asociados con el producto y el 90% de los microorganismos causante de alteraciones
203-212	95-100	Escaldado (aproximadamente 1 a 5 minutos)	Se realiza para expulsar el oxígeno de los tejidos, inactivar las enzimas y disminuir la carga microbiana

El Ce define la temperatura a la que debe llegar el material o la sustancia, su funcionalidad y su eficiencia térmica.

El calor puede transmitirse en tres formas diferentes:

▪ **Por convección:** el calor se transmite por convección a través de un fluido (agua, aire o lípidos). Cuando este se calienta, fluye hacia arriba debido a la disminución de su densidad. La fase fría se dirige al fondo del recipiente y de este modo se generan corrientes de convección, que conducen al movimiento general del fluido. Dentro de los diversos fluidos, el agua transmite el calor mejor que el aire (véase conductividad térmica).

▪ **Por conducción:** cuando la energía cinética (agitación) se transmite de una molécula a otra. El proceso solo ocurre sobre superficies o alimentos sólidos, donde las moléculas no tienen posibilidad de desplazarse. El calor se transmite por choques sucesivos de electrones y átomos. Los objetos sólidos conducen el calor de acuerdo con su estructura atómica o molecular. En los objetos sólidos, esto se debe a la combinación de las vibraciones de las moléculas, ubicadas en posiciones más o menos fijas dentro de una red cristalina, y al transporte de energía a través de los electrones libres. Los objetos sólidos con electrones "libres" conducen bien el calor, como es el caso de los metales. En cambio, la madera, el corcho y la espuma de estireno son aislantes térmicos porque son malos conductores del calor. En los alimentos esta es una forma más lenta de transmisión del calor respecto de la convección.

▪ **Por radiación:** este método recurre a la radiación electromagnética para producir calor, que se transmite en forma de onda. Se incluyen ondas de radio, microondas,

radiación infrarroja, luz visible, radiación ultravioleta, rayos x y rayos gamma, cuyas longitudes de onda van de mayor a menor longitud. De acuerdo con la fuente de energía, las radiaciones pueden ser **no ionizantes**, que se utilizan para generar calor (infrarrojas, microondas o eléctricas) o **ionizantes**, que se generan a través de reacciones nucleares con elementos radiactivos como el cobalto 60 y no elevan la temperatura. La radiación es un método rápido de calentamiento, ya que la energía radiante viaja a la velocidad de la luz. Los rayos se transmiten en línea recta, pero se despliegan como un abanico desde la fuente de energía.

- La **radiación infrarroja**, que se desprende de la llama producida por la combustión de gas, carbón o leña, provoca una cierta vibración de los enlaces intramoleculares e intermoleculares. Esto aumenta la temperatura, pero dada su escasa penetración, se limita a la superficie y luego se transmite por conducción a través del alimento.
- Las **radiaciones de microondas** logran mayor penetración que las radiaciones infrarrojas y aportan energía a la masa, ya que son absorbidas por las moléculas de agua como resultado de su capacidad de rotación gracias a su propiedad dipolar.
- Las **radiaciones eléctricas** se generan cuando una corriente alterna de baja frecuencia pasa a través de un material conductor. Se utilizan como energía térmica debido a que penetran bien en los alimentos. Los productos como los lípidos, los huesos, la celulosa y las estructuras cristalinas (incluso el hielo) no se calientan al ser impactadas por radiaciones eléc-

tricas ya que actúan como aislante. Para permitir el paso de radiaciones eléctricas, los objetos deben tener en su composición agua y/o sales disueltas, de modo que estas afectan a la mayoría de los sistemas alimenticios.

- La radiación ionizante es la acción de la energía ionizante producida por cobalto o cesio. Tiene como objetivo inhibir la brotación, retrasar la maduración, disminuir el número de insectos, parásitos y carga bacteriana y llevar a cabo una esterilización industrial. El procesamiento de alimentos por radiación deberá ser autorizado por la autoridad sanitaria competente.
- La **radiación ultravioleta** tiene una longitud de onda de 450 nanómetros y escaso poder de penetración, por lo que se limita a la desinfección del aire y de las superficies. Por ejemplo, se puede emplear para desinfectar envases que entran en la línea de envasado, el aire de una planta elaboradora de alimentos o el agua, siempre que se trate de escaso volumen. Es importante tener en cuenta que los rayos ultravioleta pueden producir quemaduras en la piel y los ojos.

Cuando existen corrientes de convección, el calentamiento se realiza más rápido que solo por conducción, aunque mucho más lento que por radiación. En la cocción de los alimentos se utilizan las tres formas de transmisión de calor combinadas de diferentes maneras en los distintos equipos de cocción.

Cocción

Es el procedimiento físico empleado para la aplicación de calor en los alimentos. La cocción tiene los siguientes objetivos:

- Reducir la carga microbiana y la actividad enzimática.
- Modificar la estructura química de los componentes (hidratos de carbono, proteínas, grasas y agua).
- Optimizar las características organolépticas.
- Mejorar su digestibilidad.

Si bien la mayoría de los microorganismos no esporulados se destruyen a una temperatura de 71 °C, todos los sistemas alimenticios deben superar los 80 °C para adquirir las características óptimas para el consumo. Se considera así que la temperatura mínima adecuada para la cocción es de **80 °C** en el centro geométrico del alimento. Los alimentos toleran perfectamente esta temperatura y, al alcanzarla, se garantiza la seguridad microbiana y, en forma simultánea, se mejoran las características organolépticas de los alimentos:

- Se desnaturaliza la mioglobina, que vira al color pardo.
- Se completa la gelatinización de los almidones.
- Se coagula por completo el huevo.
- Se desnaturaliza la peroxidasa, que es la enzima de los vegetales.

Sin embargo, existen recomendaciones para cada alimento, que se sugiere consultar.

Los procesos industriales de cada tecnología regulan la temperatura aplicada a los alimentos en relación con el tiempo necesario para la muerte térmica de los microorganismos asociados a cada uno. Es decir, un producto puede ser tratado a temperaturas más bajas porque los procesos industriales permiten retener la temperatura durante más tiempo.

Durante la cocción artesanal no se cuenta con la posibilidad de regular temperaturas, ya que una vez que se aplica calor, la temperatura asciende hasta que la preparación es retirada de la unidad de cocción. Por eso se propone una temperatura mínima (80 °C) a la que debe llegar el centro del alimento y/o preparación.

La cocción completa equivale a una pasteurización, que asegure inocuidad sin alterar la composición nutritiva.

En relación con la **transmisión del calor en los equipos de cocción**, cuando se calienta un alimento, el utensilio usado y la naturaleza del producto influyen sobre la transferencia de energía (figura 1-2). En la mayoría de los casos la cocción es compleja y puede realizarse en los siguientes aparatos:

- Horno (convencional y convector).
- Recipiente sobre hornalla.
- Horno de microondas.
- Baño de agua (baño María).
- Olla a presión - esterilización.
- Asador criollo y parrilla.

El **horno (aire confinado)** es el horno convencional, donde la fuente calórica se alimenta de gas o electricidad. El calor procede del piso del equipo y llega por radiación infrarroja, para transmitirse al contenido por convección natural (diferencia de densidades). Dentro del horno, el aire queda confinado, de modo que no se escape el calor ni el vapor producido por los alimentos.

El horno transmite aproximadamente 260 °C de calor cuando está al máximo, 200 °C en posición intermedia y 150 °C al mínimo. Dentro del alimento, el calor se transmite en forma lenta por conducción en sólidos y por convección en líquidos. Se crea un gradiente de presión que induce el paso de agua desde el interior hacia el exterior y la velocidad de la evaporación del líquido depende de la composición del alimento y de la velocidad de calentamiento. Cuando la evaporación del agua de la superficie es mayor que la migración desde el interior, se forma una corteza por secado y se sobrecalienta. De esta forma, la temperatura tiende a igualarse con el medio de cocción, se produce la costra y la reacción de Maillard. En el interior del alimento, la temperatura no supera los 100 °C.

El material con el cual está fabricada la asadera influye sobre la velocidad del calentamiento. Los materiales brillantes tienden a reflejar y, por lo tanto, son útiles para piezas pequeñas (galletitas), dado que evitan el exceso de tostado. Los metales oscuros y el vidrio refractan las radiaciones y utilizan con mayor eficiencia la energía recibida.

En los hornos convectores se crean corrientes de aire forzado en forma mecánica, la temperatura alcanza

260 °C y se distribuye por toda la unidad acelerando los procesos de cocción. Algunos modelos cuentan con un vaporizador que satura la humedad del interior del horno y mejora su rendimiento (Ce del vapor: 0,47) respecto del aire caliente (Ce del aire: 0,24), con control de la temperatura interna y externa del alimento, con programación de tipos de cocción y con paredes de acero inoxidable (que no solo es un material sanitario, sino que además refleja la energía radiante). Estas unidades de calor con máxima eficiencia reducen el tiempo de cocción y ahorran combustible.

En el **recipiente sobre una hornalla** (eléctrica, placa, a gas o por inducción), el calor se transmite al recipiente por radiación desde la fuente calórica y de allí continúa por conducción. La energía puede obtenerse mediante combustión de gas, piras eléctricas incandescentes o los campos electromagnéticos producidos por un inductor plano en espiral separado del recipiente por un vidrio cerámico (cocción por inducción). En este último caso, el recipiente debe ser construido con hierro, material que absorbe parte de la energía, transformándola en calor. Solo se calienta el área de la placa que tiene contacto con el utensilio.

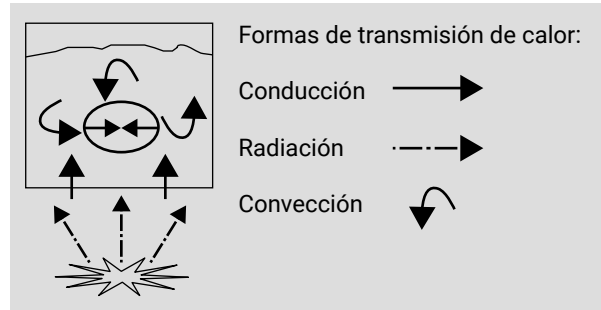
Los metales, como el acero inoxidable (Ce: 0,12), el hierro (Ce: 0,11) y el aluminio (Ce: 0,21), alcanzan muy altas temperaturas para transmitir el calor. Por lo tanto, la superficie del alimento en contacto con el fondo del recipiente puede cocinarse en forma excesiva. Se recomienda la cocción a fuego lento y revolver el contenido para distribuir el calor. Un recipiente recubierto con teflón disminuye la temperatura de cocción y de este modo evita que se peguen los alimentos, pero no es un recipiente adecuado para la fritura profunda, porque interfiere sobre la elevación de la temperatura. Los utensilios fabricados exclusivamente con hierro o aluminio pueden catalizar la reacción de oxidación y ceder iones al medio de cocción. Puede elegirse aluminio anodizado, que posee un tratamiento que lo hace más estable. El acero inoxidable y sus aleaciones tienen buen comportamiento. Existen utensilios de cocción fabricados con acero de gran espesor que retiene la energía radiante, revestidos con teflón para evitar la sobrecocción y con tapas con cierre hermético. De este modo, se consigue una cocción más rápida.

El agua y el aceite en una cacerola constituyen una forma más eficiente de transferir el calor que el aire del horno, lo que reduce el tiempo de cocción de un alimento en agua hirviendo (100 °C) y en aceite a 180 °C, en comparación con un horno caliente (a 250 °C). Esto se debe al calor específico del agua (Ce: 1), del aceite (Ce: 0,50) y del aire (Ce: 0,24) (véase el capítulo 2, **Agua**). Cabe señalar que el agua hirviendo es más agresiva que el aire caliente sobre la piel, a pesar de que su temperatura es menor.

Si se trata de recipientes chatos o planos, como una sartén o una plancha, el calor se transmite por conducción al alimento a través del metal caliente. Esta técnica es adecuada para piezas pequeñas y se obtiene un pro-

ducto con costra desecada, dado que la humedad que se evapora no queda en el medio de cocción.

Fig. 1-2. Esquema de cocción de una papa en agua sobre la llama de una hornalla.



La cocción en un **calentador doble o baño de agua (baño María)** se efectúa dentro de un recipiente con agua, que llega a un máximo de 100 °C (temperatura de ebullición del agua). Este sistema es adecuado para alimentos que no deben superar una temperatura de 90 a 95 °C, como por ejemplo durante la elaboración de dulce de leche, flan o merengues, productos que se alteran a temperaturas superiores a estas. El calentador doble se utiliza también para recalentar, evitar la sobrecocción y mejorar la distribución del calor. También sirve para mantener calientes los alimentos ya elaborados (60 a 65 °C en el interior del alimento).

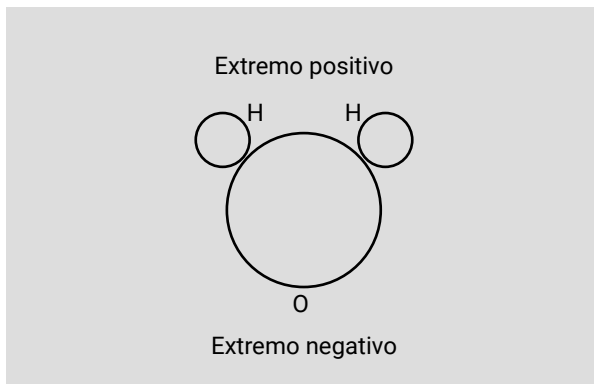
El procedimiento se realiza en un recipiente con agua (su temperatura dependerá de su uso), dentro del cual se coloca otro de menor tamaño con el alimento. La transmisión del calor se produce por conducción desde el agua del baño a través del recipiente que contiene el alimento. El calor lo atraviesa por convección si es líquido o por conducción si es sólido y la temperatura del agua del baño y del alimento tienden a igualarse. Se puede calentar el agua del baño en una hornalla, en el horno o bien agregar el agua ya caliente. Esto último se realiza cuando son necesarias temperaturas menores, de entre 40 y 70 °C (para fluidificar chocolate o manteca).

Los baños de agua industriales constan de una espira eléctrica o un quemador a gas instalado fuera del equipo, aunque también utilizan agua precalentada. Debido a que la temperatura en la parte superior de un calentador doble nunca llega a 100 °C, los alimentos no se tostan.

El uso del **microondas** para la cocción de alimentos surgió en 1949 y, desde entonces, se ha posicionado como una herramienta sumamente útil a nivel doméstico. Es una unidad electrónica donde se generan ondas electromagnéticas de alta frecuencia. Los alimentos son cocidos gracias al comportamiento dieléctrico de alguno de sus componentes y no se exponen al calor directo. Los hornos son fabricados con magnetrones que tienen un ciclo de encendido y apagado para mayor seguridad. La acción del microondas se basa en que muchas moléculas que componen los alimentos son dieléctricas, con

cargas asimétricas por la presencia de agua (figura 1-3) y cloruro de sodio. Cuando las moléculas de agua se exponen a un campo de microondas, las cargas negativas del átomo de oxígeno se enfrentan a la placa positiva del equipo y las cargas positivas de los hidrógenos se enfrentan a la placa negativa, lo que alterna durante el proceso. Los campos se alinean y las moléculas colisionan con otras, transfieren energía y se calientan.

Fig. 1-3. Molécula de agua



Las soluciones salinas tienen la capacidad de absorber microondas, no así el hielo de agua pura, que se funde solo en la superficie. Los alimentos congelados comienzan a descongelarse en la superficie, mientras que en el interior se moviliza el agua que no ha podido congelarse y así comienza el calentamiento en diferentes puntos de la masa del alimento. Por este motivo, el descongelamiento debe efectuarse a baja potencia para evitar puntos fríos junto con otros sobrecocidos.

En el horno de microondas los recipientes deben introducirse tapados para que el vapor producido por el alimento cocine la superficie. La radiación es absorbida por las moléculas de agua del alimento y el calor de estas moléculas sirve para calentar el conjunto, transmitiendo el calor por conducción. El interior de un horno de microondas se mantiene frío, al igual que el recipiente que contiene el alimento. Cualquier elevación de la temperatura del recipiente es el resultado del contacto con el alimento que ya se encuentra caliente. Debido a que el calor se genera dentro del alimento, las superficies no se tuestan pero, si se exponen más tiempo que el necesario, el alimento se deshidrata y se modifica su textura.

Los alimentos se cocinan más rápidamente en un horno de microondas que en una cocina convencional. La cobertura de los alimentos con un papel film logra un calentamiento más uniforme. Los utensilios aptos para horno de microondas son el vidrio, algunos plásticos, el papel y las cerámicas. Los recipientes metálicos reflejan las radiaciones y no solo pueden arruinar el magnetrón (que emite las radiaciones), sino que además no permiten el calentamiento.

El tejido corporal que queda expuesto a las microondas puede resultar dañado, de manera que la puerta

debe ser cerrada con sistemas de seguridad para evitar fugas de microondas. Se debe evitar dañar el sello alrededor de la puerta para prevenir derrames.

El **asador criollo** transfiere el calor por radiación a través de carbón o leña encendida. El alimento se coloca en una estaca en piezas grandes (un cuarto o medias), lejos de la fuente radiante, a fin de que la cocción se realice en forma lenta y se evite la sobrecocción de la superficie. Se desarrollan corrientes de convección en el aire que rodea a la pieza y, dentro del alimento, el calor se transmite por conducción. Se obtiene un producto final con costra tostada y sabor característico.

En el asado a la **parrilla** se utiliza carbón, leña encendida o combustión de gas como fuente radiante para calentar la parrilla, que suele ser oscura para optimizar el paso de la energía. Así, el calor se transmite por conducción al alimento, por radiación directa de la fuente y en el propio alimento por conducción. Esto produce la costra tostada, ya que el vapor de los alimentos se escapa. Este tipo de procedimiento sirve para piezas pequeñas si se desea asegurar la cocción completa.

La **olla a presión** disminuye los tiempos de cocción debido a que la temperatura del agua y/o el vapor supera los 100 °C como resultado de la mayor presión interna. El aire es reemplazado por vapor en una cámara cerrada en forma hermética.

La cocción **al vacío** consiste en acondicionar un alimento en un envase adecuado, hermético y termorresistente, al que se le extrae el aire produciendo vacío. En estas condiciones se cocina a temperaturas inferiores a 100 °C (en agua u hornos con vapor). Después de la cocción debe efectuarse un enfriado rápido inmediato de cada envase cerrado en menos de 90 minutos en abatidor. Este producto se considera industrializado, puede conservarse por un período prolongado, estimado en 2 a 3 semanas, en refrigeración de 2-4 °C. Esta técnica también se denomina **sous-vide**. Para asegurar la inocuidad de estas preparaciones, es fundamental controlar la materia prima, que no debe contener bacterias esporuladas (p. ej., en los condimentos) y/o regular el pH del sistema para evitar riesgos. Es esencial realizar el control de calidad adecuado para un producto industrial con el fin de estimar el tiempo de vida útil. Se debe tener en cuenta que en la cocción al vacío se produce anaerobiosis, con riesgo de formación de toxinas botulínicas.

El proceso que se aplica se puede considerar una pasteurización y, si se utilizan temperaturas menores de 80 °C, el proceso puede ser más prolongado. Si se cocina una carne envasada al vacío en un baño de agua a 60 °C durante aproximadamente 8 horas (el tiempo depende del tamaño de la pieza), se obtiene un alimento sin bacterias aerobias mesófilas patógenas, de color rosa en el interior y tierno. Esta técnica es utilizada para servicios en eventos (**catering**).

La cocción al vacío se puede mantener en baños de agua a 80 °C por el tiempo suficiente para que esa temperatura llegue al centro de la pieza, con el fin de asegu-

rar la ausencia de jugos rosas en carnes, que representa el indicador universal de cocción segura.

Métodos y procedimientos de cocción

Durante la elaboración de las preparaciones, los alimentos se someten a diferentes métodos de cocción de acuerdo con el resultado final que se desea obtener: con o sin costra tostada, mayor rapidez en la cocción y ahorro de combustible. En estos procedimientos físicos el color, el olor y el gusto pueden sufrir modificaciones, que en ocasiones los intensifican y en otras los disminuyen.

La consistencia disminuye en las frutas y hortalizas y aumenta en la carne y el huevo. Con respecto al peso y el volumen, no se modifican en el huevo y la zanahoria, aumentan en los cereales y los frutos desecados, y disminuyen en las carnes, las verduras de hoja y en las frutas.

Se describen cuatro métodos de cocción de alimentos según el tipo de calor:

▪ **Seco:** el calor seco puede actuar en cuatro formas diferentes: directo, a través del aire, por intermedio de un cuerpo graso y en baño de agua (María).

- **Directo:** el calor se transfiere de la fuente calórica al alimento o a través de un utensilio caliente. Las chapas (plancha, parrilla, tostador) poseen temperaturas que permiten la deshidratación y el tostado del alimento.

- **A través del aire:** libre o confinado. Es libre cuando el calor se transmite al alimento a través del aire calentado por la fuente radiante. El agua se evapora y le confiere al alimento características organolépticas gracias a la formación de una costra tostada, como es el caso de la parrilla, el asador o el spiedo. En el caso del confinado, el aire caliente produce una evaporación lenta del agua del alimento, que se incorpora al aire que lo rodea, por lo que la formación de la costra es menos rígida.

- **A través de un cuerpo graso:** los lípidos se calientan a temperaturas mayores de 100 °C. Las formas de cocción pueden ser:

▪ Por inmersión: es el caso de las frituras, que utilizan una alta proporción de un medio graso a altas temperaturas (entre 180 y 200 °C) donde se sumerge el alimento.

▪ Salteado: la cocción se realiza con una escasa cantidad de un cuerpo graso y a temperaturas de entre 120 y 150 °C. El alimento no es cubierto por el medio graso.

▪ Con baño de agua: la fuente calórica no actúa en forma directa sobre el alimento, sino sobre el agua del baño María, cuya temperatura de cocción no supera los 100 °C. La cocción es seca y se usa este procedimiento cuando se desea una cocción a baja temperatura, para recalentamiento o conservación en caliente.

▪ **Húmedo:** La cocción se realiza con agua caliente o vapor. En este método existe contacto entre el medio

húmedo y el alimento, actuando el primero como disolvente. De esta manera, las sustancias solubles de la superficie de los alimentos pasan en parte al medio de cocción. Cuanto más baja sea la temperatura y cuanto más tiempo permanezca el alimento en contacto con el agua o vapor, mayor será la pérdida de nutrientes solubles y termolábiles que se encuentran en la superficie de los alimentos. Este método puede realizarse de las siguientes formas:

- **Por ebullición:** con abundante agua y a una temperatura de 100 °C. Debido a que el agua tiene calor específico 1 e interviene el calor latente de vaporización (540 calorías), su eficiencia térmica es máxima (véase el capítulo 2, *Agua*).

- **Fuego lento:** entre 80-90 °C.

- **Vapor a presión normal:** cuando el agua pasa a su estado gaseoso a 100 °C. Dado que el vapor de agua se dispersa en el aire, su poder de transmisión de calor es menor que el del agua en estado líquido a igual temperatura. El vapor de agua a 100 °C tiene un C_e de 0,47. De esto se deduce que este medio de cocción requiere más tiempo en comparación con la ebullición.

- **Vapor a alta presión:** se cocina con muy poca agua y el vapor generado llega a más de 100 °C gracias al aumento de la presión. Se alcanzan temperaturas de entre 116-121 °C, lo que permite disminuir el tiempo de cocción y eliminar las esporas termorresistentes.

▪ **Mixto:** con calor seco y húmedo. La cocción comienza con un salteado (calor seco) y termina con el agregado de caldo o salsa de tomate, según la variedad (calor húmedo). Las modalidades incluyen *braisé* (braseado), *fricasé* o estofado y a modo de ejemplo se pueden mencionar la carne y verduras braseadas o pastas con estofado.

▪ **Microondeado:** en horno de microondas, donde la producción de calor es muy rápida, la disponibilidad del agua se mantiene alta (no se supera el punto de ebullición y, por lo tanto, la temperatura de cocción nunca es mayor de 100 °C). De este modo se impide la formación de costra y la reacción de Maillard en la superficie. Si el proceso se aplica en un alimento deshidratado o con alta concentración de azúcar, puede elevarse la temperatura y permitir su caramelización.

Servicio de alimentos en caliente

Tras la cocción, los alimentos pueden servirse de inmediato o conservarse calientes (en baño María o en contenedores isotérmicos o térmicos). En particular, la conservación en baño María debe asegurar una temperatura mayor de 60 °C en el centro del alimento para que no se desarrollen microorganismos. Esto se logra si se mantiene el agua a 85-90 °C. De acuerdo con el

volumen del alimento conservado, el recipiente deberá retirarse y taparse, si fuera necesario, a fin de distribuir el calor. La conservación con este método no debe superar las dos horas para no modificar las características organolépticas del alimento.

La distribución del producto puede realizarse en contenedores o bandejas isotérmicas. De esta forma la temperatura no disminuye ni aumenta. Los recipientes para conservar la temperatura de los alimentos se fabrican con materiales aislantes como el poliuretano expandido. Las bandejas isotérmicas mantienen el calor aproximadamente 45 minutos a 60 °C y los contenedores pueden resistir más tiempo, en especial si se transportan alimentos a granel. Es importante que la carga de los contenedores o las bandejas para el transporte se realice con los alimentos a una temperatura mayor de 80 °C y que se optimice el rendimiento del sistema de transporte. Los carros o las bandejas térmicas agregan un sistema de calor.

El manejo actual de alimentos listo para el consumo a granel utiliza contenedores con dimensiones estandarizadas, como Gastronorm® (GN), que es de uso universal y está normatizado, lo que permite que los recipientes se adapten a hornos, abatidores, carros, medios de transporte y refrigeración de todas las marcas. Se fabrican con acero inoxidable, policarbonatos o esmaltados, entre otros, todos aptos para contacto con alimentos. El tamaño básico se denomina GN 1/1 y sus dimensiones son 530 × 325 mm, con alturas de 5, 10 o 20 mm. El tamaño del resto de los contenedores representa una fracción de este. GN 1/2 es la mitad del descrito, mientras que GN 2/1 es el doble. Pueden tener diversos fondos, como rejilla para horno, placas, contenedores de almacenamiento, transporte y/o servicio.

Tratamientos térmicos industriales

La conservación por calor (esterilización, esterilización industrial o técnica, pasteurización) consiste en someter a los alimentos a temperaturas adecuadas durante el período necesario para eliminar o reducir las actividades microbianas y enzimáticas.

La **esterilización** es el proceso que destruye en los alimentos todas las formas de vida, sean microorganismos patógenos o no patógenos, a temperaturas adecuadas. La **esterilización industrial o técnica** es el proceso térmico que, aplicado a un alimento, asegura:

- Conservación sin alteración y buena calidad comercial durante un período suficientemente largo, compatible con las necesidades comerciales.
- Ausencia de microorganismos perniciosos para la salud del consumidor (gérmenes patógenos o toxigénicos) y de toxinas.
- Ausencia de todo microorganismo capaz de proliferar en el alimento, lo que supone la ausencia de toda alteración de origen microbiano.

La **pasteurización** es la aplicación de temperaturas inferiores a 100 °C en los alimentos durante períodos

suficientes para destruir las formas vegetativas de los tipos comunes de microorganismos patógenos y una cierta proporción de los no patógenos que los contaminan, de forma que el producto así tratado se pueda mantener, transportar, distribuir, consumir o utilizar en otros procesos en condiciones de aceptabilidad a temperaturas apropiadas y por tiempos razonables según la naturaleza del producto (CAA).

Modificación de los nutrientes por aplicación de calor

Cada principio nutritivo sufre modificaciones a diferentes temperaturas y esto es lo que permite que existan diferencias en las características organolépticas de los alimentos cocidos según la temperatura que alcanzaron. Las proteínas se desnaturalizan entre 60 y 90 °C sin perder su valor biológico y este proceso les permite mejorar su digestibilidad. En relación con los hidratos de carbono, la maltosa se funde a 102 °C, la sacarosa, a 160 °C, la fructosa, a 105 °C y los polisacáridos, como el almidón, se dextrinizan a 178 °C. Los lípidos de origen animal se comienzan a degradar a partir de los 130 °C y los aceites vegetales refinados lo hacen recién a 260 °C. El comportamiento de las vitaminas es variable y pueden ser más o menos estables al calor, a la presencia de oxígeno y a la luz (cuadro 1-7). Los minerales resisten altas temperaturas, incluso mayores de 550 °C.

Todos los nutrientes solubles pueden pasar al medio de cocción al aumentar la temperatura durante el proceso. El pH ácido del medio favorece su solubilización. El agregado de sal desnaturaliza las proteínas y contrae los tejidos, lo que induce la liberación de agua por ósmosis hacia el exterior de los alimentos. Todos estos cambios ocurren "solo" en las superficies de contacto con el medio de cocción.

Las modificaciones que se producen en los principios nutritivos durante la cocción a temperaturas superiores a 100 °C provocan lo que se conoce como pardeamiento no enzimático, que es la coloración parda característica y la formación de la costra. Este fenómeno solo ocurre durante la cocción mediante calor seco y se debe a que la temperatura del medio supera los 100 °C y, entonces, el calor se transmite desde el exterior hacia el interior del alimento. En el interior los alimentos no superan los 95-99 °C, porque las temperaturas más altas generan deshidratación y posterior carbonización de la materia orgánica.

Como se puede observar, las temperaturas en el centro de los alimentos durante la cocción casi no alteran los principios nutritivos. Las pérdidas por altas temperaturas o disolución (por cocción mediante calor seco o un medio húmedo, respectivamente) o debido a oxidación solo se observan en las primeras capas de la superficie ya que, durante la cocción, el interior de los alimentos no intercambia calor con el medio de cocción, excepto los alimen-

Cuadro 1-7. Vitaminas, alimentos que las contienen y modificaciones provocadas por los procedimientos físicos

Vitaminas	Fuente	Modificaciones
A, retinol y b-caroteno	Lácteos enteros, crema, queso, hígado, pescados grasos, yema de huevo Los vegetales verdes, amarillos y naranjas contienen provitamina A y carotenos	Liposolubles, resisten procedimientos de cocción En ausencia de oxígeno resisten temperaturas de 120 °C durante 12 horas y en presencia de aire, resisten 2 horas Se afectan durante el almacenamiento prolongado por oxidación
E o tocoferoles	Yema de huevo, germen de cereales y aceites vegetales en frutos y semillas	Liposoluble Estable hasta 200 °C en ausencia de oxígeno Estable en medios ácidos y alcalinos
D	Yema de huevo, grasa de la leche	Liposoluble Estable en los procedimientos habituales de cocción No sufre oxidación
K	Hojas verdes, alubias (porotos) de soja, aceite de girasol	Liposoluble Estable en presencia de calor y oxígeno
C	Hortalizas y frutas	Hidrosoluble, tiende a oxidarse Se acelera con el calor, las condiciones alcalinas y la presencia de metales
Tiamina o B1	Cereales integrales, cacahuete (maní), leguminosas, carnes, hígado de vaca	Hidrosoluble Resistente a 100 °C
Riboflavina o B2	Lácteos, carnes, hígado, yema de huevo, hortalizas verdes	Hidrosoluble Termoestable (120 °C durante 4-5 h) Inestable en medio alcalino y sensible a la acción de la luz
Niacina, B3 o ácido nicotínico	Huevo, carnes, legumbres y trigo integral	Hidrosoluble Muy estable al calor Sus pérdidas se deben a su solubilidad en agua
Ácido pantoténico o B5	Alubia (poroto) de soja, yema de huevo, hígado, trigo integral	Hidrosoluble Estable al calor a pH 4-7
Piridoxina o B6	Carnes, cereales integrales, hígado	Hidrosoluble Inestable a tratamientos térmicos intensos y a la presencia de oxígeno
Biotina o B8	Carnes, huevo, levaduras, soja	Hidrosoluble Estable al calor, la luz y al pH 5-8
Cianocobalamina o B12	Hígado, carnes, quesos, yema de huevo y leche	Hidrosoluble Estabilidad relacionada con el pH Estable a pH 4-6 a altas temperaturas (100 °C por varias horas)
Ácido fólico	Hojas verdes, yema de huevo, soja, hígado, cacahuete (maní), girasol y germen de trigo	Hidrosoluble Termosensible a pH 4-6 Estable a pH neutro y alcalino

tos secos que necesitan absorber agua del medio, como el arroz y las pastas secas. En los alimentos húmedos se modifica el agua que compone los alimentos, que liga el agua libre de su propia estructura, como ocurre con las carnes, los tubérculos, las frutas o los huevos.

Los alimentos con mayor superficie de contacto con el medio de cocción son los más susceptibles a perder algunos nutrientes, como las verduras de hoja o los alimentos que se subdividen antes de cocinarse (véase el apartado sobre las formas de cocción en el capítulo 11, **Vegetales**).

Una vez aplicado calor, se obtienen alimentos en peso cocido (PC), que varía según el tipo de cocción (seco o húmedo) y el punto final de cocción. Es importante diferenciar el peso cocido del peso neto crudo, ya que este puede ser mayor o menor en función de si se absorbe o se pierde agua. Su cálculo requiere conocer el factor de cocción (Fcc).

$$FCC = PC/PN$$

Estos valores son un promedio que depende de las materias primas (porcentaje de grasa, huesos, partes marchitas, etc.), del tamaño de la unidad, de las operaciones mecánicas (formas de pelado) y del tiempo y tipo de cocción (cuadro 1-8).

Frío

La aplicación de frío también es una transmisión de calor, donde el foco caliente es el alimento que cede energía al medio exterior más frío.

Enfriamiento

Tras la cocción, se debe considerar el enfriamiento de los alimentos que no se van a consumir de inmediato, sea que se van a ingerir fríos o para su conservación refrigerados o congelados. Por lo tanto, es importante cumplir con ciertas precauciones para asegurar que los microorganismos que hayan sobrevivido a los proceso de cocción no se encuentren en condiciones óptimas de crecimiento y/o producción de toxinas. Las temperaturas de riesgo oscilan entre 60 y 5 °C, por ser el rango de mayor actividad microbiana. Este proceso es fundamental y ha merecido atención por parte de las entidades de referencia sanitaria. Según el *Codex Alimentarius*, que promueve la recomendación más exigente, la temperatura en el centro del alimento debe reducirse desde 60 hasta 10 °C en menos de 2 horas y, a continuación, el alimento se debe almacenar a 4 °C. Esto implica considerar que un alimento no debe permanecer más de 1 hora y 30 minutos a temperatura ambiente.

Se tienen en cuenta las condiciones propuestas por el *Internacional Commission Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF) en relación con este tema, que pueden extrapolarse a todo proceso de elaboración de alimentos, para implementar los parámetros indicados con el fin de evitar el desarrollo y la producción de toxinas de *Clostridium perfringens*. Las regulaciones estadounidenses proponen temperaturas internas de los alimentos entre 54,4 y 26,7 °C durante no más de 1 hora 30 minutos y entre 26,7 y 4,4 °C durante no más de 5 horas.

Actualmente, la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica de la Argentina (ANMAT) sugiere lo siguiente: "Para lograr un enfriamiento rápido de los alimentos cocidos se debe reducir la temperatura interna de los mismos en dos etapas. Durante la primera se deberá reducir la temperatura de 60 a 21 °C en 2 horas, y durante la segunda, se deberá reducir de 21 a 5 °C, con otro período adicional de 2 horas, lo que obtiene un tiempo máximo total de 4 horas para disminuir la temperatura hasta 5 °C".

La velocidad de enfriamiento de un alimento depende del medio en que se realice (agua, hielo o aire), del material del recipiente que lo contiene (metal, vidrio, plástico o cerámica), del estado de agregación del alimento (líquido o sólido) y del volumen de la preparación. A igual temperatura, un alimento caliente se enfría mucho más rápido en agua que en el aire de la heladera. Para grandes volúmenes de alimento se utilizan cámaras abatidoras, exclusivas para enfriar, que aceleran el proceso.

El material del recipiente es muy importante. Los metales son más eficaces ya que permiten que la energía radiante pase desde el alimento caliente hacia el medio que lo rodea. Los alimentos líquidos, que poseen mayor proporción de agua, contienen más energía para liberar

El material del recipiente es muy importante. Los metales son más eficaces ya que permiten que la energía radiante pase desde el alimento caliente hacia el medio que lo rodea. Los alimentos líquidos, que poseen mayor proporción de agua, contienen más energía para liberar

Cuadro 1-8. Promedio de porcentajes de desecho, pérdida o ganancia de humedad, peso cocido (PC) y factor de cocción (Fcc)

Alimento	PC	Porcentaje de desecho (%)	Fcc	Porcentaje de pérdida (-) o de ganancia (+) (%)
Carne vacuna sin hueso	1,20	17	0,65	-35
Carne vacuna con hueso	1,40	30	0,65	-35
Pollo con hueso	2	50	0,65	-35
Pescado filete sin espinas	1	0	0,70	-30
Arroz	1	0	2,5-3	+250-300
Pastas secas ^a	1	0	2-3	+200-300
Sémolas de trigo	1	0	6	+600
Espinaca	1,35	26	0,88 ^b	-12 ^c
Acelga	1,64	39	0,88 ^b	-12 ^c
Papa	1,40	28%	1 ^b	0

^aCuanto más finas, mayor es el Fcc.

^bHervido.

^cEscurreo mínimo.

que los alimentos sólidos, por lo que un mismo volumen tarda más tiempo en enfriarse. El fraccionamiento de las preparaciones también permite acelerar los procesos de enfriado en toda la masa.

Refrigeración

Se utiliza como medio de conservación de alimentos. Al disminuir la temperatura aumenta la vida útil del alimento a través de la limitación de la actividad enzimática y la de los microorganismos.

El efecto del frío sobre la microflora de un alimento depende de la resistencia de los microorganismos a las bajas temperaturas y del tiempo de almacenamiento. A medida que desciende la temperatura, disminuye el ritmo de crecimiento de cada especie microbiana. Mu-

chos microorganismos proliferan a menor velocidad o no crecen a menos de 7 °C, como los microorganismos comunes, que no son perjudiciales para la salud, o como *C. perfringens* (a <10 °C), pero numerosos microorganismos sí lo hacen, como *Staphylococcus aureus* (6 °C), *Bacillus cereus* (4 °C), *Salmonella* (5 °C), *Clostridium botulinum* (4 °C) o *Listeria monocytogenes* (crece hasta 4 °C).

El almacenamiento en frío debe mantenerse a una temperatura de entre 0 y 7 °C. Debido a que el calor disipado del alimento aumenta la temperatura del medio, no es conveniente colocar los alimentos calientes (a >20 °C) en heladeras o cámaras, porque esto perjudica a los productos almacenados. Es importante ordenar los alimentos en la unidad de frío para asegurar la circulación del aire frío entre ellos.

Cuadro 1-9. Vida útil estimada de los alimentos refrigerados

Alimento	Vida útil (estimada)	Observaciones
Carnes enteras crudas	3-4 días	Envolver con <i>film</i> permeable al oxígeno y semipermeable a la humedad
Carnes picadas crudas	1 día	
Aves crudas	2-3 días	Envolver igual que la carne vacuna
Pescado y mariscos frescos	1 día	Se prefiere su congelación
Salsas	1-2 días	Muy perecederas
Huevos crudos con cáscara	21-30 días desde la postura	No almacenar lavados
Hortalizas y frutas frescas	3-5 días	Conservar bien ventiladas Evitar la condensación de la humedad Usar bolsas especiales No lavar antes de refrigerar
Manzanas y cítricos	2-3 semanas	En bolsas perforadas o sin envoltura
Alimentos cocidos y preparaciones	1 día	Según el CAA
Alimentos envasados (lácteos y embutidos)	Respetar recomendaciones industriales	Mantener en envase original
Leches y cremas abiertas	2-3 días	Mantener en envase original
Zumos (jugos) abiertos pasteurizados	3-4 días	Mantener en envase original
Enlatados abiertos	1-2 días	Pasar a un recipiente limpio
Dulces artesanales	15 días	Preparados de bajo riesgo por su pH bajo (3,3) y su baja actividad del agua (A_w)
Agua de red	1 día	Filtrada o no
Aderezos industriales abiertos	2 meses Bajas calorías: 15 días	No congelar

Los tiempos de aptitud de los alimentos refrigerados se consideran para alimentos almacenados en unidades de frío domésticas, donde la temperatura del aire se regula entre 0 y 5 °C. La temperatura de conservación depende del tipo de alimento, de los procesos tecnológicos que haya recibido y del envasado. Por lo tanto, la industria recomienda una vida útil estimada en función de la temperatura óptima de conservación y acorde a la legislación. En los capítulos correspondientes se describirá la forma de conservación de cada alimento. Si la temperatura del aire de la heladera es mayor, disminuye el tiempo de aptitud del alimento (cuadros 1-9 y 1-10).

Cuadro 1-10. Temperatura estimada de almacenamiento en refrigeración de alimentos y preparaciones de acuerdo con la flora asociada y el punto de congelación

Alimento	Temperaturas recomendadas (°C)
Carnes frescas	0 a 5
Carnes envasadas al vacío	-1 a 2
Pollo entero	-2 a 2
Conservas, productos esterilizados abiertos, lácteos, pizzas, pastas frescas y fiambres Alimentos elaborados	2 a 8 o según el rótulo
Huevos frescos	8 a 15
Congelados	-18
Hortalizas y frutas	7 a 10
Conservas industriales cerradas, productos secos, panificados y zumos (jugos) cerrados	20 (temperatura ambiente) Espacios secos y lejos de fuentes de calor

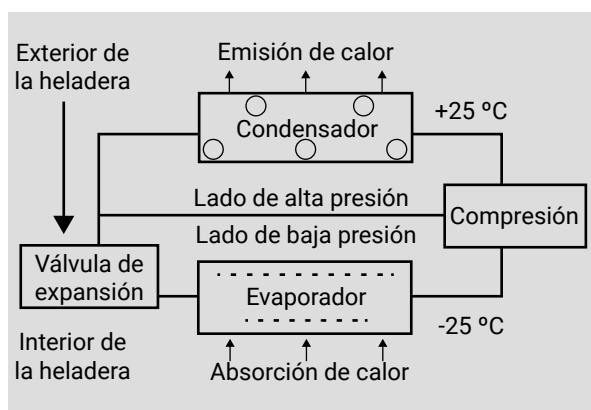
A diferencia de lo que sucede con los alimentos congelados, en los depósitos refrigerados la humedad relativa del ambiente adquiere importancia y debe oscilar entre 80 y 90% para casi todos los alimentos. La disminución de la temperatura incrementa la humedad relativa de la masa de aire. La saturación o punto de rocío se alcanza cuando se incrementa la humedad relativa a la misma temperatura o cuando se desciende la temperatura pero se mantiene la misma humedad relativa. La humedad relativa es el parámetro más usado para expresar la cantidad de agua presente en el aire y se define como la relación porcentual entre la presión de vapor de agua real y aquella en el punto de saturación del aire a la misma temperatura. Como todos los gases, el vapor de agua se mueve de la zona de mayor presión a la de menor presión (véase cap. sobre agua). A veces es necesario agregar humedad a las cámaras mediante humidificadores para evitar la deshidratación

superficial de los alimentos almacenados (véanse comentarios sobre vegetales).

Funcionamiento de una heladera

Para que se produzca frío, un líquido debe pasar a estado gaseoso y absorber calor de otro cuerpo, que quedará más frío. El líquido refrigerante, como el freón o el amoníaco, circula dentro del sistema y comienza el ciclo al expandirse a través de una válvula. Luego, ese líquido frío pasa por un evaporador (intercambiador de calor) dentro del refrigerador y allí cambia a estado gaseoso, lo que le permite absorber el calor del medio. Luego pasa por un compresor, donde aumenta nuevamente la presión. Allí permanece como gas caliente que, al condensarse, se enfría y libera el calor al exterior. Así el ciclo vuelve a empezar (figura 1-4).

Fig. 1-4. Esquema de un sistema de refrigeración



Congelación

Se utiliza como medio de conservación de alimentos a temperaturas inferiores a -18 °C a través de la reducción de la actividad del agua, lo que aumenta la vida útil de los alimentos mediante una reducción del desarrollo microbiano y una disminución al mínimo de la actividad enzimática.

El proceso de congelación se caracteriza por los siguientes pasos:

1. Precongelación: tiempo transcurrido desde el inicio del proceso hasta que se alcanza la temperatura crioscópica, que es el punto en el que comienza la cristalización del agua.

2. Congelación: en este período la temperatura se mantiene constante, se produce la cristalización del agua y toda la energía es utilizada para el cambio de fase del agua (de líquida a sólida).

3. Reducción de la temperatura: tras la solidificación, la temperatura tiende a equilibrarse con la del medio de almacenamiento. La temperatura alcanzada en el centro térmico del alimento depende de su composición, del porcentaje de agua congelable, de la concentración

de solutos y de los factores que pueden regular el crecimiento del cristal de hielo. El agua de los alimentos está unida en diversos grados a los complejos coloidales macromoleculares, los geles, las fibras y los carbohidratos. Durante la congelación se produce la nucleación del hielo y el consiguiente crecimiento de los cristales, lo que ocasiona numerosas modificaciones en los tejidos. Las soluciones dentro de las células se concentran, pueden sobresaturarse y precipitar. Esto puede modificar el pH, lo que desestabiliza los complejos coloidales, y puede aumentar la presión osmótica, que a su vez puede romper las membranas celulares. Este efecto de crioconcentración se observa especialmente en productos salados con alta concentración de iones. Cada alimento debe condicionarse de manera correcta para su congelación (véanse los capítulos específicos sobre cada alimento).

Como se mencionó, los alimentos y los sistemas alimenticios están formados por sistemas heterogéneos y homogéneos y, debido a esto, se comportan de diferentes maneras durante la congelación. Dadas estas variables, el fenómeno de congelación ocurre a la temperatura en la que aparecen los primeros cristales de hielo y se mantiene a través del intervalo de temperatura necesario para que estos se formen. El hielo comienza a aparecer a la temperatura crioscópica, que indica el inicio de la congelación. El punto de congelación de las frutas es de $-0,4$ a -3 °C, el de las carnes es de -1 a -3 °C y el del helado de agua es de -4 a -10 °C. A medida que el producto se enfría por debajo del punto de congelación inicial, el agua se congela cada vez más. Esto hace que las soluciones residuales sean cada vez más concentradas. A -30 °C, técnicamente el 100% del agua libre de los alimentos se encuentra congelada (cuadro 1-11).

Si la congelación es rápida, las soluciones se concentran en tal medida que se limita el pasaje del agua a través de las membranas celulares por el efecto de ósmosis. Cuando se inicia la cristalización, se forman pequeños cristales intracelulares y extracelulares, con mínima rotura de las membranas. Si la velocidad de

congelación es baja, lo que se logra a partir de temperaturas iguales o mayores de -18 °C, se forman pocos núcleos de cristalización y los cristales de hielo crecen por la acción del agua que empieza a congelarse fuera de la célula. En esta situación, las células se someten a una presión osmótica que induce la pérdida de agua por difusión a través de la membrana plasmática y, en consecuencia, su colapso parcial o total. La congelación muy lenta provoca un exudado excesivo durante la descongelación, con liberación de enzimas activas y pérdida de nutrientes, mientras que una congelación rápida permite preservar mejor la calidad total del alimento.

Parámetros físicos

Los parámetros físicos que cumplen un papel importante en el proceso de congelado y descongelado son los siguientes:

▪ **Conductividad térmica (K):** constante que se expresa en kcal (kilocalorías)/m h °C. Varía en forma significativa según los productos y la temperatura, lo que depende de la orientación estructural de los tejidos y su composición. Se clasifica de mayor a menor:

- Hielo a 0 °C: 1900 K (kcal/m h °C).
- Agua líquida a 0 °C: 0,51 K (kcal/m h °C).
- Lípidos: 0,05 K (kcal/m h °C).
- Aire a 0 °C: 0,021 K (kcal/m h °C).

▪ **Variación total de la entalpía:** cantidad de calor desprendido durante la congelación, que depende del agua congelable. Esta variación representa la suma de tres factores:

- Variación de la entalpía como resultado del enfriamiento desde la temperatura inicial hasta el punto de congelación.
- Calor latente de congelación.
- Variación de la entalpía correspondiente al enfriamiento desde el punto de congelación hasta la temperatura final. El cálculo de la entalpía es un factor determinante para la construcción de equipos de congelación y descongelación óptimos.

Cuadro 1-11. Proporciones de agua congelada en diversos alimentos según la temperatura

Producto	% del agua total	Agua congelada (% del contenido total)					% de agua no congelable
		-5 °C	-10 °C	-15 °C	-20 °C	-50 °C	
Vacuno magro	74	74	82	85	87	88	12
Pan blanco	40	15	45	53	54	54	46
Zumos de frutas	88	72	85	90	93	96	4
Espinaca	90	88	93	95	96	97	3

▪ **Tiempos de congelación:** dependen de las dimensiones del producto, de las temperaturas inicial y final, de la temperatura del refrigerante, del coeficiente de transferencia de calor superficial del producto, de la variación de la entalpía y de la conductividad térmica del producto.

Los alimentos que se van a congelar deben estar protegidos por un envase impermeable, que mantenga un riguroso contacto con él; de lo contrario, una cierta proporción del agua contenida se puede evaporar durante la congelación debido al desarrollo de corrientes de aire frío.

La forma de los **crisales de hielo** es característica de la temperatura de congelación: hexagonales regulares (congelación lenta) y esféricos (congelación rápida o ultracongelación). Durante el almacenamiento puede ocurrir recristalización cuando la temperatura se acerca al punto crioscópico. Este es un proceso de crecimiento de los cristales como consecuencia de la migración de las moléculas de agua desde cristales pequeños a otros más grandes.

La misión principal de la congelación es conservar la calidad de los alimentos durante períodos de almacenamientos prolongados y no se realiza con el fin de disminuir la flora bacteriana dado que no mejora un producto alterado, sino que minimiza la pérdida de su calidad. La reducción de la temperatura enlentece las reacciones bioquímicas, inhibe la actividad microbiana y disminuye la actividad de agua. La mayor parte de ese líquido se transforma en hielo a las temperaturas utilizadas. Sin embargo, a la temperatura de congelación se puede producir la muerte de parte de la flora bacteriana debido al daño de las células por la elevada presión osmótica extracelular, los cambios en la concentración de iones y del pH. El porcentaje de supervivencia tras la congelación depende de las condiciones del enfriamiento, de la naturaleza del alimento y de la composición de la microflora.

Las temperaturas para la congelación rápida (industrial) se ubican por debajo de los $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y para la congelación lenta (equipos domésticos tipo cuatro estrellas), a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Antes de congelar un alimento puede ser necesario realizar un tratamiento específico, como la inactivación de las enzimas en hortalizas y frutas (blanqueado).

En la práctica industrial y comercial se adoptan dos intervalos de temperaturas para el almacenamiento y la distribución según se trate de alimentos congelados (en el sentido estricto) o ultracongelados. El primer grupo incluye sobre todo carnes y aves, que se almacenan y se distribuyen a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los ultracongelados deben mantenerse como mínimo a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, con mínimas fluctuaciones de temperatura.

Las diferencias fundamentales entre el proceso industrial y el doméstico o artesanal son los tiempos de refrigeración y congelación y el control del procedimiento. En el proceso doméstico, los tiempos de refrigeración son mayores de 2 horas y los de congelación pueden superar las 6 horas. Esto depende del tamaño de la pieza

y del funcionamiento del equipo, que no siempre cuenta con un sistema de control de temperatura.

Congelación industrial

La **criogenia** es la ciencia de producción de bajas temperaturas. El frío se origina a partir de gases licuados, como nitrógeno ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) o, en menor medida, dióxido de carbono ($-80\text{ }^{\circ}\text{C}$), o en aire ambiente a temperaturas inferiores a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La industria utiliza túneles (sistemas continuos) y cámaras (sistemas discontinuos) para lograr la congelación. El líquido criogénico se pulveriza sobre el alimento, que reduce su temperatura, y el líquido criogénico cambia de estado a gaseoso gracias al calor que absorbe del alimento.

La ultracongelación se realiza en forma muy rápida y con líquidos criogénicos como el nitrógeno y tarda entre 1 y 15 minutos. Si se usan equipos mecánicos con aire, como los compresores frigoríficos, se requieren entre 15 y 120 minutos. Si las piezas son muy grandes, como en el caso de media res, se pueden requerir hasta 24 horas. Los sistemas utilizados en la industria pueden ser de los siguientes tipos:

▪ Contacto directo

- Inmersión en nitrógeno líquido (LN2) a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Pulverizado con nitrógeno líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Aspersión de dióxido de carbono a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ (hielo seco).

▪ Corrientes de aire

- Túnel de congelación con lecho fluido (IQF, por su sigla en inglés), aire a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Túnel de congelación por corriente de aire de granel (LL) a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Túnel de congelación por corrientes de aire para productos envasados (LV) a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Cámaras criogénicas o abatidores, ventilación débil, que son aptas para materias primas o preparaciones envasadas (RV) a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Son adecuadas para disminuir las temperaturas en forma rápida y se utilizan para pequeños volúmenes, como por ejemplo alimentos para un evento (*catering*). Enfrian de $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en 90 minutos y congelan de $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en 270 minutos.

▪ Contacto por superficies

- Congelación a través de placas refrigerantes. Según el líquido refrigerante, hasta $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (alimentos envasados en forma geométrica).

La velocidad de congelado indica la eficiencia de cada sistema:

- **Freezer doméstico:** lento, 0,2 cm/h.
- **Túnel de aire o a placa:** semirrápido, 0,5-3 cm/h.
- **Lecho fluido:** rápido, 5-10 cm/h.
- **Líquidos criogénicos:** ultrarrápidos, 10-100 cm/h.

Las ventajas que ofrece el uso de alimentos congelados son las siguientes:

- Menor superficie de almacenamiento en relación con el alimento fresco.

- Disponibilidad continua del producto.
- Mayor higiene durante la preparación.
- Adaptación a las variaciones en el número de raciones.
- Preservación de los nutrientes.

Congelación artesanal o doméstica

Todo alimento que se somete a congelación debe cumplir con normas higiénico-sanitarias y congelarse en forma rápida. Los productos cocidos deben prepararse y enfriarse antes de introducirse en el freezer y deben ubicarse lejos de los ya congelados para evitar el intercambio de calor entre ellos.

Los alimentos que se van a congelar deben guardarse en recipientes herméticos o envolverse en materiales impermeables al agua y al vapor. No debe haber aire entre el alimento y el envase con el fin de evitar la quemadura por congelación, que altera las características organolépticas. Para mejorar su eficiencia, el proceso de congelación se debe realizar en trozos pequeños y se debe tener en cuenta que una pieza de 5 kg puede tardar 24 horas en congelarse.

Las porciones se deben separar entre sí con una hoja plástica para evitar que los trozos se peguen y para que luego se puedan desprender con facilidad. También se deben usar envases aptos para congelar y, si se trata de

envases descartables, estos deben ser nuevos y aptos para conservar alimentos. Cuando se congelan alimentos líquidos o semilíquidos, debe dejarse un espacio libre para la dilatación que sufren los alimentos durante la congelación. Una vez retirados del congelador, los recipientes de vidrio templado deben dejarse a temperatura ambiente antes de calentarse para evitar su rotura.

En el cuadro 1-12 se describe la vida útil de los alimentos que se pueden conservar en freezer.

Descongelación

Los métodos de descongelación industrial se basan en las propiedades térmicas del alimento e incluyen la convección a partir del aire y el agua, la convección de vapor a presión inferior a la atmosférica y el uso de placas calefactoras o de radiación infrarroja. Los métodos eléctricos calientan el alimento mediante resistencias o microondas.

La descongelación es más lenta que la congelación porque se inicia en el exterior y avanza hacia el interior del alimento. En la superficie se forma una capa acuosa y la energía se transmite a través de ella a una velocidad 4 veces menor que a través del hielo. Cuando el proceso de descongelación es muy lento, los cristales se agrandan y las células se rompen. Un alimento se considera descongelado cuando su centro alcanza una temperatura de 0 °C.

Cuadro 1-12. Vida útil estimada de los alimentos que se pueden conservar en **freezer** a -18 °C

Alimento	Vida útil estimada (meses)	Observaciones
Carne vacuna	6	Conservar en envase impermeable a la humedad para evitar la oxidación y las quemaduras por congelación
Carne picada y pescado	3	Congelar en porciones y con separadores para acelerar el proceso de congelación y descongelación
Embutidos industriales	6	
Carnes cocidas	2-3	
Aves crudas	3-6	
Aves cocidas	1-2	
Verduras	8	Primero escaldar. Cocinar sin descongelar y conservar en el envase original.
Pan y bollería	3	Congelar tiernos y envueltos en una película de plástico de aluminio
Frutas	8-10	Se pueden congelar en jarabes (dulces) o escaldados
Platos precocidos	2-3	Seguir las indicaciones industriales

Resulta beneficioso cocinar algunos alimentos aún congelados o cunado todavía no terminaron de descongelarse con el fin de que conserven al máximo su aroma, su textura, su color y sus condiciones sanitarias. Este procedimiento permite ganar tiempo y es eficaz sobre todo en hortalizas, carnes picadas, milanesas, filete de pescado y otros alimentos almacenados en porciones pequeñas. En cambio, los trozos gruesos de carne y de aves se deben cocinar descongelados. De esta manera se asegura la cocción en el centro de la pieza que, de lo contrario, puede quemarse en el exterior antes de completar una cocción segura.

La descongelación debe realizarse en el refrigerador. Solo se recomienda hacerlo a temperatura ambiente cuando el proceso requiera menos de una hora. Una vez descongelados, los alimentos deben utilizarse de inmediato y no pueden recongelarse, ya que durante el proceso de congelación y descongelación ocurren modificaciones físicoquímicas, se desarrollan bacterias y se activan enzimas. El proceso de congelación y descongelación puede aumentar la susceptibilidad de algunos alimentos a la proliferación de microorganismos debido a la destrucción de las barreras antibacterianas, a la condensación del agua en la superficie y a que la microflora puede ser diferente que en el producto fresco.

Distribución de alimentos refrigerados y congelados

El transporte de alimentos refrigerados debe realizarse a temperaturas menores de 7 °C y el transporte de los congelados debe efectuarse a temperaturas de -12 °C o menores. Se deben respetar las reglamentaciones higiénico-sanitarias. La distribución puede hacerse en los siguientes recipientes:

- **Isotérmicos:** con cierre hermético y paredes aislantes (es indispensable que tengan puertas, piso y techo).
- **Refrigerados:** fabricados con material aislante. Disponen de una fuente de frío, que es un equipo mecánico.

Deshidratación

La deshidratación es la forma más antigua de conservar los alimentos y se logra si se disminuye la actividad del agua. Los alimentos secos y deshidratados son más concentrados que cualquier otra conserva. Además, su producción es menos costosa y más simple y sus requisitos de fabricación son mínimos.

Existen dos formas de extraer el agua de los alimentos:

- **Deshidratación propiamente dicha:** secado artificial mediante aire o vapor sobrecalentado. La transferencia de masa (movimiento del líquido) desde el producto hacia la periferia ocurre en forma principal por convección a favor de gradientes de presión de vapor. La superficie experimenta evaporación directa cuando se iguala su presión de vapor con la atmosférica, como ocurre con el secado al vacío y la liofilización.

- **Secado:** natural al sol en climas secos.

El mecanismo particular que controla el secado de un producto depende tanto de su estructura como de parámetros de secado, como el contenido de humedad, las dimensiones del producto, la temperatura del medio de secado, el flujo de líquido generado por la transferencia de calor y el contenido de humedad en estado de equilibrio. El contenido de humedad depende de las características de adsorción o de adherencia de humedad del material.

La **liofilización** es un proceso de secado por sublimación desarrollado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma de los alimentos, los cuales se afectan en forma significativa durante los procesos convencionales de secado. La liofilización involucra varias etapas:

- Congelación (y en ciertos casos acondicionamiento) a bajas temperaturas.
- Secado por sublimación del hielo (o del solvente congelado) en el producto congelado, en general a muy baja presión.
- Almacenamiento del producto seco en condiciones controladas.

Efectos de la deshidratación sobre los nutrientes en los alimentos

Durante el secado, los alimentos pierden su contenido de humedad y sus nutrientes se concentran.

Las vitaminas pueden perderse; las más afectadas son las hidrosolubles, en particular la vitamina C, y, en segundo lugar, el ácido fólico, que son muy susceptibles a la oxidación. En los procesos que utilizan inhibidores del pardeamiento, como dióxido de azufre en las frutas, este grupo de vitaminas se afectan en gran medida. Entre las vitaminas liposolubles puede disminuir la vitamina A debido a oxidación, lo que depende de la forma de secado. El secado al sol se asocia con grandes pérdidas de vitaminas (entre 80 y 100%), mientras que en la deshidratación controlada, este porcentaje puede disminuir al 5%.

El secado también influye sobre las proteínas, que experimentan una leve desnaturalización que no afecta su valor biológico pero puede disminuir su capacidad tecnológica, como de formación de espuma.

La exposición a las altas temperaturas y al oxígeno puede inducir rancidez en las grasas. Esto se controla mediante el uso de antioxidantes. Las grasas también pueden ser difíciles de emulsionar durante la rehidratación, lo que se reduce al mínimo si se agregan aditivos emulsionantes.

Los hidratos de carbono se afectan en presencia de calor, frente a reacciones de caramelización y con la decoloración enzimática en el caso de las frutas. El agregado de dióxido de azufre y el control de los tiempos y de las temperaturas se utilizan para disminuir este efecto indeseable.

Los aditivos como el dióxido de azufre, el calor, el blanqueado o la pasteurización inhiben a las enzimas.

Procedimientos químicos

Conservación de alimentos al vacío, envasado en atmósfera modificada o almacenamiento en atmósfera controlada

El envasado de los alimentos al vacío consiste en eliminar el aire dentro del recipiente, mientras que el envasado en atmósfera modificada reemplaza el aire del interior del envase por un gas o una mezcla de gases inertes. El almacenamiento en atmósfera controlada emplea un ambiente de almacenamiento o de transporte constante, lo que mejora sus condiciones y alarga la vida útil del producto. Los beneficios de estos procedimientos son los siguientes:

- Control de la oxidación de las grasas.
- Disminución o anulación de las reacciones enzimáticas.
- Disminución del desarrollo de microorganismos aerobios.
- Anulación o reducción del uso de aditivos químicos.

Estos procesos pueden aplicarse en alimentos a granel. El **envasado en atmósfera modificada** permite, por ejemplo, reemplazar aire por nitrógeno en la cabeza de un tanque de aceite y así evitar la oxidación. También se puede disminuir al mínimo la respiración durante el almacenamiento de frutas y hortalizas.

El **almacenamiento en atmósfera controlada** corresponde a la conservación de alimentos en envases individuales, como el envasado de pastas o panificados.

El envasado en atmósferas modificadas utiliza mezclas de gases durante el procedimiento de empaque del alimento. En los productos que no respiran se emplea una mezcla de gases con 75% de CO₂, 15% de N y 10% de O₂, con buenos resultados.

El **envasado al vacío** se utiliza en quesos, chacinados y carnes crudas. Dada la accesibilidad a las máquinas que producen vacío, esta técnica se emplea cada vez más para uso doméstico, en mercados o en servicios de **catering**. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la ausencia de oxígeno dentro del envase puede inducir el desarrollo de bacterias anaerobias esporuladas. Por lo tanto, el uso inadecuado del sistema puede generar errores y debería ser operado por personal idóneo.

Regulación de la acidez: pH

Significa presión de hidrógeno y es la unidad que mide la concentración de iones de hidrógeno en el medio. Es un índice muy útil en las reacciones físico-químicas y su concentración está relacionada con el carácter ácido, neutro o alcalino de una sustancia. Cuando aumenta la concentración de hidrógeno, el valor del pH baja y, por lo tanto, el medio se acidifica.

Para que la concentración variable sea manejable, en 1909 se propuso la introducción de un exponente de la concentración del hidrógeno, que se calcula como el logaritmo negativo de la concentración de protones:

$$\text{pH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$$

El agua pura es neutra (pH = 7). A medida que la concentración de iones de hidrógeno aumenta, el valor del pH disminuye hacia cero (ácido). En las soluciones en las cuales la concentración de iones de hidrógeno disminuye por debajo del valor neutro, el pH se eleva hacia el 14 (alcalino). La escala de pH está determinada por una serie de soluciones estandarizadas. Las soluciones **buffer** (amortiguadoras) tienen un valor de pH definido (cuadros 1-13 y 1-14).

El pH se puede medir con indicadores de colores (tiras de pH). Las sustancias indicadoras son capaces de liberar o absorber protones y viran de color. La intensidad del color se observa contra una escala comparativa y el cambio de tonalidad define el valor de pH del medio. Este sistema tiene una precisión limitada y es más exacto si se realiza a temperatura ambiente.

La medición potenciométrica es más precisa y requiere electrodos y un sensor electroquímico. Los electrodos transmiten el voltaje, que varía en función directa con la concentración de hidrogeniones. De acuerdo con el tipo de sensores, pueden lograrse niveles de precisión en el orden de 0,03 unidades de pH.

De acuerdo con la composición intrínseca de cada alimento, este tiene un pH característico (cuadro 1-14). Este es uno de los factores que regula la flora microbiana natural de cada alimento. En procesos térmicos, los

Cuadro 1-13. Rango de pH en función de la concentración de iones de H⁺

Rango	pH	Concentraciones de H ⁺ (mmol/L)
Ácido	0	1
	1	0,1
	2	0,01
	3	0,001
	4	0,0001
	5	0,00001
Neutro	6	0,000001
	7	0,0000001
Alcalino	8	0,00000001
	9	0,000000001
	10	0,0000000001
	11	0,00000000001
	12	0,000000000001
	13	0,0000000000001
	14	0,00000000000001

Mol: unidad de cantidad de sustancia.

Cuadro 1-14. Clasificación de los alimentos de acuerdo con el pH

Alimento	Rango de pH
Carne y pollo	5,4-6,4
Pescado	6,6-7
Leche	6,3-6,6
Queso blanco	4,5
Guisantes (arvejas)	5-5,5
Manzanas	2,9-3,3
Bananas	4,5-4,7
Frutas cítricas	3-3,5
Tomates	4
Espinaca	5,5-5,6
Papa	5,6-6,2
Maíz	7,3
Zumos de fruta	3,5-3,9
Mayonesa	3,5-4
Bebidas carbonatadas	2,8-4
Yema de huevo	6,4-6,6
Clara de huevo	9-9,5

Adaptado de: ICMSF (*The International Commission on Microbiological Specification for Foods*). *Microorganisms in food 5: Application of the hazard analysis critical control point (HACCP). System to ensure microbiological safety and quality v. 5*. Oxford, RU: Blackwell Scientific Publications; 1988.

microorganismos son menos resistentes en un medio ácido, por lo que se usan tratamientos térmicos más suaves para los alimentos de este tipo, que son aquellos con pH <3,7 (<100 °C). Para los moderadamente ácidos, con pH entre 4 y 4,5 (100 °C) o los poco ácidos, con pH >4,5 (>100 °C), se usa una relación temperatura/tiempo mayor (véase el apartado sobre conservas de carnes y vegetales).

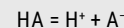
El punto de pH 4,5 se estandarizó como el límite entre acidez media y baja, dado que se acepta que *C. botulinum* no crece ni produce toxinas cuando el pH es menor de 4,6. Los microorganismos patógenos se desarrollan en medios con poca acidez (pH 6-7) y con

alta disponibilidad de agua. Por lo tanto, el agregado de un ácido a una preparación (p. ej., vinagre, que es ácido acético) disminuye el pH y el resultado es un alimento más seguro.

Sobre la base de la conservación en medio ácido y si se tiene en cuenta el pH, se pueden elaborar encurtidos, como vegetales tratados con salmueras y/o fermentación láctica envasados con vinagre, o escabeches sobre alimentos con agregado de vinagre. Tras su estabilización, estos deben tener un pH (a 20 °C) no mayor de 4,3 (CAA) para proteger al producto del desarrollo del *C. botulinum* (véase el capítulo 11, *Vegetales*).

Ácidos

Un ácido (HA) es una sustancia que, al disolverse en agua, se disocia para producir protones (hidrógenos positivos, H⁺) y aniones (negativos, A⁻).



Hay ácidos que se disocian por completo en medios acuosos y se denominan fuertes, como los ácidos clorhídrico, bromhídrico, nítrico, sulfúrico, entre otros. Los ácidos débiles se disocian solo en forma parcial, como los ácidos nitroso, acético, carbónico, bórico, fosfórico, cianhídrico, sórbico y benzoico.

De acuerdo con la ley de acción de masas, se puede estudiar el equilibrio entre las moléculas no disociadas y los iones:

$$K = \frac{[A^-][H^+]}{[AH]}$$

$$pK = -\text{Log } K$$

Se define entonces una constante de ionización (K) a una cierta temperatura (cuadro 1-15).

En los ácidos polibásicos, los protones se ionizan en diferente grado y tienen una constante para cada protón disociado. La disociación parcial de los ácidos débiles influye sobre la inhibición microbiana. Para evaluar el porcentaje de ácido disociado, se mide el pH del medio. Si el pK del ácido involucrado en la conservación es igual que el pH del medio, se deduce que la mitad del ácido se encuentra sin disociar (ver la fórmula más arriba). Si el pH es mayor que el pK, se asume que más de la mitad del ácido permanece disociado.

Disminución de la disponibilidad de agua

El agua puede extraerse mediante dos métodos:

- **Salazón:** el alimento en contacto con la sal pierde el agua presente dentro de sus tejidos y, en forma simul-

Cuadro 1-15. Constante de disociación de ácidos débiles a 25 °C

Ácido	Fórmula	pK
Acético	$H_2C_2H_3O_2$	4,75
Benzoico	$H_2C_7H_5O_2$	4,19
Nitroso	$H.NO_2$	3,33
Carbónico	$H_2.CO_3$	6,37/10,25
Cítrico	$H_3C_6H_5O_7$	3,04/4,57/5,87
Fosfórico	H_3PO_4	2,12/7,21/12,3
Tartárico	$H_2C_4H_4O_6$	2,98/4,34
Propiónico	$H_2C_3H_5O_2$	4,90
Sorbico	$H_2C_6H_7O_2$	4,76

Fuente: Vogel A. *Química analítica. Vol. 1. Volumetría y gravimetría.* Buenos Aires: Editorial Kapelusz; 1979.

tánea, ingresa sal hasta alcanzar un equilibrio osmótico. Así, los líquidos del interior de las células quedan como soluciones salinas concentradas, lo que inhibe la actividad enzimática, desnaturaliza las proteínas y contrae los tejidos. Para que la sal tenga efecto deshidratante, debe utilizarse en concentraciones mayores de 8%. En productos grasos conservados mediante salazón, puede ocurrir enranciamiento, desarrollo de una coloración parduzca superficial y crecimiento de flora bacteriana halófila (resistente a altas concentraciones salinas).

▪ **Azucarado:** tiene como objetivo fundamental disminuir la disponibilidad de agua. Su efecto se debe al aumento de la presión osmótica en los tejidos y a la formación de soluciones concentradas similares a las obtenidas mediante la salazón. En el caso de los azúcares, se necesitan mayores concentraciones, que deben superar el 50%. La presencia de ácidos disminuye la concentración de azúcar necesaria para la acción conservadora.

Procedimientos biológicos

La mayoría de las fermentaciones de alimentos se desarrollan a partir de levaduras o bacterias acidolácticas. Estos microorganismos comparten el nicho ecológico y son capaces de proliferar en medios con pH bajo y actividad de agua (A_w) reducida. En ausencia de oxígeno, se desarrollan bacterias lácticas y levaduras facultativas.

Se utilizan bacterias para elaborar yogur, vinagre, quesos, salamines, aceitunas y chucrut. Las levaduras se emplean en la elaboración de cerveza, vino y pan. Dentro de las levaduras, la especie *Saccharomyces cerevisiae* se encuentra con mayor frecuencia en frutas, hortalizas y bebidas fermentadas. Todas las cepas

fermentan la glucosa y algunas también la sacarosa, la maltosa y la rafinosa, pero ninguna es capaz de fermentar la lactosa animal. Las bacterias acidolácticas (LAB) producen sobre todo ácido láctico a partir de la lactosa. Algunas producen solo lactato (homofermentadoras) y otras generan también etanol o acetato y dióxido de carbono a partir de la glucosa (heterofermentadoras). Los géneros principales son *Lactococcus*, *Pediococcus* y *Streptococcus* entre las homofermentadoras, *Leuconostoc* y *Lactobacillus* entre las heterofermentadoras.

Las bacterias acidolácticas se comportan como inhibidoras de otros microorganismos debido a:

- La disminución del pH por la producción de ácido acético o ácido láctico.
- La producción de bacteriocinas, que son proteínas bactericidas (véase sección sobre aditivos).
- La producción de etanol, con su efecto selectivo.
- La producción de peróxido de hidrógeno, que puede generarse en presencia de oxígeno, aunque su producción es limitada por tratarse, en general, de fermentaciones anaerobias.

En la actualidad se denomina **biotecnología** al empleo de organismos vivos para la obtención de un bien o un servicio útil para el hombre. La microbiología industrial comprende en detalle el ciclo de los microorganismos y así se pueden alterar sus vías metabólicas para obtener más y mejores productos para la industria.

Procedimientos higiénico-sanitarios

Este grupo de procedimientos regula el modo en que se manipulan los alimentos y asegura su calidad bromatológica.

Normas higiénico-sanitarias

Las Reglas de Oro de la OMS resumen los diez puntos principales para la preparación higiénica de los alimentos. Basados en ellos, pueden establecerse las siguientes pautas:

1. Elegir los alimentos tratados de modo higiénico: adquirir alimentos seguros e industrializados, observar los rótulos de los productos, donde debe figurar el registro de aprobación de la autoridad sanitaria competente. Los envases deben estar intactos y bien conservados.

2. Cocinar bien los alimentos: para asegurar la eliminación de los microorganismos contaminantes de las materias primas (pollo crudo, carne cruda, entre otros), la temperatura aplicada a toda la masa de alimento debe ser superior a 80 °C. No deben quedar partes crudas cerca del hueso. Los alimentos congelados, en especial piezas grandes, deben descongelarse antes de la cocción y nunca a temperatura ambiente.

3. Consumir inmediatamente los alimentos cocinados: a temperatura ambiente los microorganismos se desarrollan con rapidez, de modo que es importante consumir los alimentos de inmediato tras su cocción.

Se recomienda no dejarlos a temperatura ambiente más de una hora y media.

4. Guardar cuidadosamente los alimentos cocinados:

si se almacenan en condiciones de calor, la temperatura debe ser superior a 60 °C en el centro del alimento, mientras que en frío esta debe ser menor de 7 °C. Debe asegurarse el buen funcionamiento del refrigerador y la distribución de aire frío.

5. Recalentar bien los alimentos: esta medida sirve para eliminar los microorganismos que puedan haberse desarrollado durante el almacenamiento. Un buen recalentamiento implica que todas las partes del alimento alcancen una temperatura mínima de 74 °C. Los alimentos no se deben recalentar más de una vez.

6. Evitar el contacto entre los alimentos crudos y los cocidos: si se produce un contacto, este se denomina *contaminación cruzada*. Puede ocurrir entre alimentos crudos entre sí y entre crudos y cocidos por medio de superficies, utensilios, durante el almacenamiento y si los alimentos crudos gotean sobre los cocidos. Se deben guardar los alimentos crudos en la parte inferior de la heladera o en cámaras separadas.

7. Lavarse las manos: hay que lavarse las manos y antebrazos antes de iniciar la preparación de los alimentos, tras cualquier interrupción y en caso de haber manipulado alimentos crudos.

8. Mantener limpias todas las superficies de la cocina.

9. Mantener los alimentos fuera del alcance de insectos, roedores y otros animales.

10. Utilizar agua potable.

Riesgos de los alimentos

De acuerdo con el *Codex Alimentarius*, los componentes principales de la evaluación de riesgos son:

▪ **Identificación de peligros:** efectos conocidos y potenciales perjudiciales para la salud asociados con un agente en particular.

▪ **Caracterización de peligros:** evaluación cualitativa y/o cuantitativa de la naturaleza de los efectos adversos asociados con agentes biológicos, químicos y físicos que pueden estar presentes en los alimentos.

▪ **Evaluación de la exposición:** análisis cualitativo y/o cuantitativo del nivel de ingestión que podría producirse.

▪ **Caracterización de riesgos:** integración de la identificación y la caracterización del peligro con la evaluación de la exposición, dentro de una estimación de los efectos adversos que pueden ocurrir en una población dada, incluidas las incertidumbres relacionadas.

Los países analizan la información científica y, a partir de ella, generan la legislación.

Para determinar la seguridad de cada tipo de alimento en términos bacteriológicos, debe evaluarse la población a la que va dirigido. Los adultos son menos sensibles a las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) que los niños, los adultos mayores y los inmunocomprometidos. Además, cada alimento tiene riesgos

asociados respecto de la flora bacteriana que puede desarrollarse en él si se tienen en cuenta los factores de riesgo.

Los factores físicos y químicos de los alimentos que los hacen más o menos vulnerables a la contaminación son:

▪ **Factores intrínsecos del alimento:** se refieren a la composición química del propio alimento. Influyen en la selección de la flora bacteriana e incluyen el contenido nutritivo (presencia de nutrientes para el desarrollo), la concentración de oxígeno (su presencia o su ausencia regula la flora aerobia, microaerobia o anaerobia), el pH (medio ácido o poco ácido), la actividad de agua (véase el capítulo 2, *Agua*) y la estructura biológica (si posee cáscara protectora o carece de ella).

▪ **Factores extrínsecos:** como las operaciones de elaboración, envasado, temperatura de almacenamiento, humedad y el agregado de aditivos conservantes. Permiten reducir, evitar o mantener la flora propia.

Según el riesgo de desarrollo de microorganismos, los alimentos se clasifican en de alto riesgo y de bajo riesgo:

▪ **Alto riesgo:** listos para comer. Bajo condiciones favorables de temperatura, tiempo y humedad, pueden experimentar el desarrollo de bacterias patógenas. Incluyen:

- Carnes crudas y cocidas.
- Vegetales cocidos.
- Vegetales crudos cortados.
- Lácteos.
- Huevos y preparaciones a base de huevos.
- Cereales y legumbres cocidos.
- Conservas artesanales.
- Pastas rellenas.

▪ **Bajo riesgo:** aquellos que permanecen estables a temperatura ambiente y no se descomponen a menos que su manipulación sea incorrecta. Comprenden alimentos con baja actividad de agua, ácidos, conservados con agregado de azúcar o sal, con protección natural como cáscaras o procesos industriales adecuados. Se incluyen:

- Harinas, pan, galletitas, *snacks*.
- Alimentos deshidratados.
- Frutos secos.
- Dulces, mermeladas y jaleas.
- Frutas y hortalizas enteras.
- Conservas industriales.

La industria evalúa los riesgos y aplica la legislación sobre la base de la información científica de referencia, además de analizar cada alimento de acuerdo con su composición y con sus factores intrínsecos. La industria también define la carga bacteriana inicial y/o las toxinas que puede contener cada ingrediente y considera la incorporación de microorganismos o toxinas durante los procedimientos de producción. También define los microorganismos patógenos asociados a las materias primas, evalúa los ingredientes que pueden modificarse por la presencia de oxígeno, como los lípidos, los poli-

fenoles, las vitaminas, las enzimas y los colorantes, o que pueden volatilizarse y definir gustos y olores. Luego, considera qué tratamiento se aplicará de acuerdo con el análisis de riesgos:

- Proceso térmico mediante cocción, pasteurización o esterilización, que supone la eliminación de todos los microorganismos patógenos asociados (define el tiempo y la temperatura).

- Sin tratamiento térmico en alimentos frescos o fermentados.

También define la conservación del producto mediante cadena de frío, cadena de calor o temperatura ambiente en función de la presencia de oxígeno, el envasado al vacío, la atmósfera modificada y el empaque adecuado a las necesidades. Se describen para cada alimento la composición, los riesgos y la industrialización.