

**1era Ed.
2025**

INNOVACIONES Y TECNOLOGÍAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS: DESDE LA PRODUCCIÓN HASTA EL CONSUMO



**IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO,
TATIANA ELIZABETH SÁNCHEZ HERRERA**



INNOVACIONES Y TECNOLOGÍAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS: DESDE LA PRODUCCIÓN HASTA EL CONSUMO

Iván Patricio Salgado Tello, Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera

ISBN: 978-631-6557-55-1



INNOVACIONES Y TECNOLOGÍAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS: DESDE LA PRODUCCIÓN HASTA EL CONSUMO

AUTORES:

Iván Patricio Salgado Tello
Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera



Salgado Tello, Iván Patricio

Innovaciones y tecnologías en la industria de alimentos : desde la producción hasta el consumo / Iván Patricio Salgado Tello ; Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera. - 1a ed. - La Plata : Puerto Madero Editorial Académica, 2025.

Libro digital, PDF/A

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-631-6557-55-1

1. Alimentación. 2. Desarrollo Tecnológico. 3. Innovaciones. I. Sánchez Herrera, Tatiana Elizabeth II. Título

CDD 641



Licencia Creative Commons:

Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)



Primera Edición, Julio 2025

INNOVACIONES Y TECNOLOGÍAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS:
DESDE LA PRODUCCIÓN HASTA EL CONSUMO
ISBN: 978-631-6557-55-1

Editado por:

Sello editorial: ©Puerto Madero Editorial Académica
Nº de Alta: 933832

Editorial:

© Puerto Madero Editorial Académica
CUIL: 20630333971
Calle 45 N491 entre 4 y 5
Dirección de Publicaciones Científicas Puerto Madero Editorial Académica
La Plata, Buenos Aires, Argentina
Teléfono: +54 9 221 314 5902
+54 9 221 531 5142
Código Postal: AR1900

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review)

Corrección y diseño:

Puerto Madero Editorial Académica
Diseñador Gráfico: José Luis Santillán Lima

Diseño, Montaje y Producción Editorial:

Puerto Madero Editorial Académica
Diseñador Gráfico: Santillán Lima, José Luis

Director del equipo editorial: Santillán Lima, Juan Carlos

Editor: Santillán Lima, Juan Carlos
Molina Granja, Fernando Tiverio

Hecho en Argentina
Made in Argentina

AUTORES:

Iván Patricio Salgado Tello

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) - Facultad de Ciencias Pecuarias,
Carrera de Agroindustria, Riobamba, Chimborazo, Ecuador

ivan.salgado@epoch.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-3332-6096>

Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) - Facultad de Ciencias Pecuarias,
Carrera de Agroindustria, Riobamba, Chimborazo, Ecuador

tsanchez@epoch.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-2733-7941>

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
PROLOGO	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 DEFINICIÓN Y ALCANCES DE LA TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS	4
1.3 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	7
1.4 IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS	13
CAPÍTULO 2.....	17
MATERIAS PRIMAS Y SU PROCESAMIENTO	17
2.1 INTRODUCCIÓN.....	17
2.2 CARACTERÍSTICAS Y SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	19
2.3 PROCESOS DE PRETRATAMIENTO Y CONSERVACIÓN	22
2.4 IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS EN LOS PRODUCTOS FINALES.....	27
CAPÍTULO 3.....	33
MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS	33
3.1 INTRODUCCIÓN	33
3.2 CONSERVACIÓN POR CALOR.....	36
3.2.1 <i>Pasteurización</i>	36
3.2.2 <i>Esterilización</i>	38
3.3 CONSERVACIÓN POR FRÍO	39
3.3.1 <i>Refrigeración</i>	39
3.3.2 <i>Congelación</i>	40
3.4 MÉTODOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS	43
3.4.1 <i>Aditivos</i>	43
3.4.2 <i>Fermentación</i>	43
3.5 TECNOLOGÍAS EMERGENTES DE CONSERVACIÓN	45
3.5.1 <i>Altas Presiones</i>	45
3.5.2 <i>Radiación</i>	47
3.5.3 <i>Ultrasonidos</i>	48
CAPÍTULO 4.....	53
TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS.....	53
4.1 INTRODUCCIÓN	53
4.2 PROCESAMIENTO TÉRMICO Y NO TÉRMICO.....	56
4.3 EXTRACCIÓN Y CONCENTRACIÓN DE COMPONENTES.....	60
4.4 TÉCNICAS DE SECADO Y DESHIDRATACIÓN.....	63
4.5 <i>Procesos de Emulsificación y Encapsulación</i>	67
CAPÍTULO 5.....	73
DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS ALIMENTARIOS	73
5.1 INTRODUCCIÓN	73

5.2	INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS FUNCIONALES.....	76
5.3	TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS ORGÁNICOS Y NATURALES.....	81
5.4	TENDENCIAS EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS SALUDABLES Y SOSTENIBLES.....	85
CAPÍTULO 6.....		91
CONTROL DE CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA		91
6.1	INTRODUCCIÓN	91
6.2	PRINCIPIOS Y MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD.....	93
6.2.1	<i>Ciclo de mejora continua</i>	<i>96</i>
6.3	SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA	99
6.3.1	<i>Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)</i>	<i>99</i>
6.3.2	<i>Método: Seis Sigma en el Control de Calidad Alimentaria</i>	<i>102</i>
6.3.3	<i>Método: ISO 22000 en el Control de Calidad Alimentaria.....</i>	<i>105</i>
6.4	ANÁLISIS DE RIESGOS Y TRAZABILIDAD EN LA CADENA ALIMENTARIA.....	107
6.5	CASO PRÁCTICO: ANÁLISIS DE RIESGOS Y TRAZABILIDAD EN LA INDUSTRIA LÁCTEA.....	109
6.5.1	<i>Análisis de Riesgos y Trazabilidad en la Industria Láctea</i>	<i>109</i>
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		115
DE LOS AUTORES.....		133
	IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO	133
	TATIANA ELIZABETH SÁNCHEZ HERRERA	133

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	4
INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS CON OTRAS CIENCIAS	4
FIGURA 2	9
EVOLUCIÓN DE ALIMENTOS ENLATADOS	9
FIGURA 3	22
CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	22
FIGURA 4	26
CONTAMINANTES Y COMPONENTES NO COMESTIBLES DE LAS MATERIAS PRIMAS ..	26
FIGURA 5	42
CURVA DE CONGELACIÓN	42
FIGURA 6	70
TIPOS DE ENCAPSULAMIENTO	70
FIGURA 7	82
ZONAS AZULES EN EL MUNDO	82
FIGURA 8	84
SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS ORGÁNICOS A NIVEL MUNDIAL	84
FIGURA 8	95
PRINCIPIOS DE LA CALIDAD	95
FIGURA 9	96
CICLO DE DEMING	96
FIGURA 10	100
DIAGRAMA HACCP	100
FIGURA 11	103
DIAGRAMA SIXSIGMA	103
FIGURA 12	110
DIAGRAMA DE PROCESO DE UNA INDUSTRIA LÁCTEA	110

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	110
<i>ANÁLISIS DE RIESGOS Y TRAZABILIDAD</i>	110

PROLOGO

La industria de alimentos es, sin lugar a dudas, uno de los pilares fundamentales para el desarrollo y bienestar de la humanidad. Desde tiempos ancestrales, la transformación de materias primas en productos alimenticios ha sido clave no solo para la supervivencia, sino también para el avance de las civilizaciones. Sin embargo, en un mundo cada vez más globalizado, con consumidores más exigentes y desafíos ambientales crecientes, la manera en la que producimos, procesamos y consumimos alimentos ha tenido que adaptarse y evolucionar constantemente. En este contexto, la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías han surgido como herramientas esenciales para responder a estas demandas y transformar la industria alimentaria en un sector más eficiente, seguro y sostenible.

Hoy en día, la cadena de producción alimentaria es un entramado complejo que abarca desde la selección cuidadosa de materias primas hasta la llegada del producto final a las manos del consumidor. Cada etapa implica retos únicos que requieren soluciones científicas y tecnológicas de vanguardia. La aparición de técnicas como la pasteurización, la refrigeración, la utilización de aditivos, la biotecnología y, más recientemente, la digitalización y automatización de procesos, ha permitido no solo garantizar la calidad y seguridad de los alimentos, sino también satisfacer las tendencias actuales de los mercados, como la búsqueda de productos más saludables, naturales y sostenibles.

Este libro, **“Innovaciones y Tecnologías en la Industria de Alimentos: Desde la Producción hasta el Consumo”**, nace con el propósito de ofrecer una visión integral sobre los avances y desafíos que enfrenta la industria alimentaria en la actualidad. Está dirigido tanto a estudiantes, profesionales del sector, como a investigadores y cualquier lector interesado en comprender cómo las

innovaciones tecnológicas han transformado radicalmente la forma en que los alimentos son concebidos, procesados y llevados al mercado.

INTRODUCCIÓN

La alimentación ha sido, desde los inicios de la humanidad, un elemento esencial para la supervivencia y el desarrollo de las civilizaciones. A través de los siglos, la forma en que los seres humanos producen, procesa, conservan y consumen los alimentos ha evolucionado de manera constante, adaptándose a los cambios en las condiciones ambientales, las necesidades nutricionales y los avances tecnológicos. En el siglo XXI, esta evolución ha alcanzado un punto crucial, marcado por la acelerada incorporación de innovaciones y tecnologías que han transformado radicalmente la industria de alimentos. Este libro, titulado **"Innovaciones y Tecnologías en la Industria de Alimentos: Desde la Producción hasta el Consumo"**, surge como una respuesta a la necesidad de comprender y analizar este vertiginoso proceso de transformación.

Hoy en día, el sector alimentario enfrenta una serie de desafíos sin precedentes. La creciente demanda de alimentos por parte de una población mundial en constante aumento, la escasez de recursos naturales, los efectos del cambio climático, la globalización de los mercados y la evolución de los hábitos de consumo exigen soluciones innovadoras y sostenibles. Además, los consumidores actuales buscan productos que no solo satisfagan sus necesidades nutricionales, sino que también sean seguros, saludables, respetuosos con el medio ambiente y producidos bajo criterios éticos y de responsabilidad social (Blanco-Ariza et al., 2020).

En este contexto, la ciencia y la tecnología juegan un papel determinante. La aplicación de nuevas tecnologías ha permitido mejorar la eficiencia en la producción, aumentar la calidad y seguridad de los alimentos, optimizar el uso de los recursos, y reducir el impacto ambiental de las actividades agroindustriales. Desde la biotecnología y la nanotecnología, hasta la automatización, el uso de sensores inteligentes, la digitalización de procesos y el desarrollo de envases sostenibles, la industria alimentaria ha experimentado un avance sin precedentes en las últimas décadas (Campbell-Platt, 2017).

El propósito de este libro es ofrecer una visión integral y actualizada sobre las principales innovaciones y tecnologías que están revolucionando la industria de alimentos, abarcando cada etapa de la cadena productiva, desde la selección y tratamiento de las materias primas, hasta la llegada del producto final a manos del consumidor. A través de un enfoque multidisciplinario, se busca proporcionar al lector un entendimiento profundo de cómo estas tecnologías impactan no solo en la producción y el procesamiento de alimentos, sino también en aspectos fundamentales como la seguridad alimentaria, la calidad nutricional, la sostenibilidad y la satisfacción de las necesidades del consumidor moderno.

El contenido de este libro está organizado en seis capítulos que desarrollan de manera detallada y estructurada los temas clave de la tecnología alimentaria. El primer capítulo, "**Introducción a la Tecnología de Alimentos**", presenta los conceptos básicos, el alcance, la historia y la importancia de la tecnología en el sector alimentario. En el segundo capítulo, "**Materias Primas y su Procesamiento**", se abordan las características, selección y tratamiento de las materias primas, así como su impacto en la calidad de los productos finales.

El tercer capítulo, "**Métodos de Conservación de Alimentos**", ofrece un análisis de las diferentes técnicas utilizadas para prolongar la vida útil de los alimentos, incluyendo métodos tradicionales y tecnologías emergentes. A continuación, el cuarto capítulo, "**Tecnología de Procesamiento de Alimentos**", explora los distintos procesos térmicos y no térmicos, así como las técnicas de extracción, secado, emulsificación y encapsulación.

El quinto capítulo, "**Desarrollo de Nuevos Productos Alimentarios**", analiza las tendencias y tecnologías asociadas a la innovación en el diseño de alimentos funcionales, orgánicos, saludables y sostenibles. Finalmente, el sexto capítulo, "**Control de Calidad y Seguridad Alimentaria**", aborda los principios y sistemas clave para garantizar la inocuidad y trazabilidad en la cadena alimentaria, asegurando productos confiables para el consumidor.

A través de este recorrido, el lector podrá comprender cómo cada etapa de la cadena alimentaria ha sido impactada por la tecnología, y cómo estas innovaciones no solo responden a las exigencias del mercado, sino también a los retos globales relacionados con la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y la salud pública. Esperamos que este libro sea una fuente valiosa de conocimiento y reflexión, y que motive a futuros profesionales y expertos a seguir impulsando el desarrollo responsable e innovador de la industria de alimento

Este libro está dirigido a estudiantes, profesionales, investigadores y a todos aquellos interesados en comprender el rol estratégico de la innovación y la tecnología en la alimentación moderna. Esperamos que su lectura no solo sea una fuente de conocimiento, sino también una inspiración para seguir promoviendo un desarrollo responsable, sostenible y equitativo de la industria de alimentos, contribuyendo al bienestar de la sociedad y del planeta.

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

1.1 Introducción

Las limitadas oportunidades del hombre primitivo para conseguir alimento lo llevaron a la necesidad de almacenar provisiones, y aunque por lo general había alimentos disponibles durante todo el año, existían algunos períodos de escasez; sin embargo, se encontraron con que en climas tropicales y debido al calor, los alimentos que almacenaban se deterioraban rápidamente, lo que lo obligó a encontrar formas de conservar los alimentos en buen estado, que por su naturaleza biológica, eran susceptibles a alteraciones por diversas causas y agentes.

Es así que, a través de la historia, el ser humano ha aprendido de manera empírica métodos simples y rudimentarios para preservar los alimentos, como la cocción, el ahumado, el encurtido, el secado, la salazón, la fermentación y la congelación en zonas de climas fríos, los cuales aprovechaban condiciones ambientales como el aire y el sol, así como lugares frescos como el interior de las cuevas, fosas subterráneas cubiertas y recipientes de distintos materiales para almacenar los alimentos. Entre las civilizaciones que se destacan como pioneras en la conservación de alimentos se encuentran los egipcios, que usaban técnicas de salazón y ahumado; los griegos, que recubrían frutas y verduras con cera; los africanos, que secaban al sol; los indios, que utilizaban azúcar de caña para conservar frutas; y los romanos, que mantenían el vino durante décadas en ánforas herméticamente selladas.

Con los avances que ha tenido el procesamiento tecnológico de los alimentos en los últimos siglos, donde destacan los aportes del químico y bacteriólogo francés Louis Pasteur, quién vivió entre los años 1822 y 1895, surgió lo que hoy

se conoce como la “Ciencia y Tecnología de Alimentos”, la cual se refiere a la disciplina científica que utiliza conocimientos de diversas áreas como la química y la microbiología para entender los cambios que ocurren en los alimentos a través de la Ciencia de Alimentos, y desarrollar productos aptos para el consumo, así como nuevos procesos y aplicaciones mediante la Tecnología de Alimentos (Parada, 2020).

Es así como, se puede decir que la Tecnología de Alimentos es una ciencia que abarca todos los principios aplicados a los productos destinados al consumo humano, desde la obtención de las materias primas hasta la presentación del producto final al consumidor. Esta ciencia está en crecimiento gracias al avance tecnológico y al surgimiento de nuevos métodos de tratamiento y procesamiento de los alimentos (Carpio et al., 2023).

La Tecnología de los Alimentos aplica conocimientos sobre propiedades físicas, químicas y biológicas para estudiar la naturaleza de los alimentos, las causas de su alteración y los principios que rigen su procesamiento para su selección, conservación, transformación, envasado, distribución, uso nutritivo y seguro; también utiliza técnicas para conservarlos durante periodos prolongados, diversificar la oferta alimentaria, obtener productos equilibrados nutricionalmente y fomentar el desarrollo económico. Además, incluye la reutilización de subproductos generados durante los procesos de fabricación o transformación de alimentos, y en cuanto a calidad y seguridad, se enfoca en establecer estrategias que aseguren la inocuidad y minimicen las pérdidas (Blanco-Ariza et al., 2020).

En la actualidad, se observa una paradoja en el sector alimentario pues el mismo se encuentra oscilando entre lo natural, lo artificial, el fuerte compromiso por promover la salud, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad, lo cual se traduce en una visión contemporánea que fomenta el consumo consciente y el cuidado del medio ambiente. Al mismo tiempo, las tecnologías digitales están siendo introducidas en la industria de alimentos y bebidas a fin de obtener

soluciones de inteligencia artificial (IA) en diferentes problemas que se presentan (Carpio et al., 2023).

Según Battacchi et al. (2020), la sostenibilidad se centra en un paradigma que busca condiciones de producción y transformación de alimentos con una visión hacia el futuro, enfocándose en estrategias que promuevan una mayor eficiencia energética, cuidado del medio ambiente y una economía consciente de las necesidades sociales, considerando el cumplimiento de normativas actuales y futuras que integran aspectos sociales, económicos y ambientales, siendo que las categorías que definen los alimentos como naturales, se basan en parámetros como la forma en que se cultivan, la manera en que se producen y el producto final.

En este contexto, se tiene que el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) N°12 enfatiza la necesidad de garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles utilizando la tecnología, por lo tanto, una de las industrias que requiere atención es la alimentaria, ya que la producción de alimentos es la principal fuente de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂) y según el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), el 40% de los alimentos producidos nunca se consumen, y el 17% de los alimentos comprados termina en la basura, lo que resulta en que el 10% de las emisiones de CO₂ lamentablemente provienen del desperdicio alimentario; es por esto que, la tecnología debe convertirse en una herramienta para lanzar al mercado productos y servicios que respeten el medio ambiente, promoviendo un estilo de vida y consumo más responsables (Navarro Saldaña et al., 2017). De manera que, considerando la importancia del tema, en este capítulo se desarrollará de una forma clara y precisa la definición y alcance de la Tecnología de Alimentos, la historia y la evolución de la industria alimentaria, así como también la importancia de la tecnología en la producción de alimentos.

1.2 Definición y Alcances de la Tecnología de Alimentos

La tecnología de alimentos es una ciencia que abarca todos los principios que son aplicados a los productos alimenticios, desde que se obtiene la materia prima hasta que se presenta el producto final a los consumidores; es una ciencia en crecimiento constante y acelerado gracias al desarrollo tecnológico y al surgimiento de métodos nuevos de tratamiento y proceso de alimentos. Para esta ciencia es muy importante considerar los fundamentos de la fabricación de los diferentes alimentos, y los procesos generales y específicos utilizados en la elaboración de estos, así como también las posibilidades de adaptación de los procesos convencionales a las tecnologías emergentes del sector agroalimentario (Blanco-Ariza et al., 2020).

Figura 1.

Integración de la Tecnología de Alimentos con otras ciencias.



Nota: Elaboración propia, (2025).

En tal sentido, y de acuerdo a lo planteado por Cedeño et al. (2023), la tecnología de alimentos es una disciplina científica y tecnológica que se enfoca en la producción, procesamiento, conservación y distribución de alimentos,

aplicando principios de diversas ciencias, como la química, biología, microbiología e ingeniería, para mejorar la calidad, seguridad y sostenibilidad de los productos alimenticios (Ver Figura 1).

La ingeniería de alimentos utiliza principios para diseñar y operar sistemas de procesamiento de alimentos, esto incluye el desarrollo de equipos y procesos que mejoran la eficiencia y calidad de los productos alimenticios, puesto que los ingenieros de alimentos trabajan en la optimización de procesos térmicos y no térmicos para la conservación de alimentos, así como en el diseño de envases que prolonguen la vida útil de los productos; la microbiología de alimentos aporta a la tecnología de alimentos el estudio de los microorganismos que habitan, crean o contaminan los alimentos, siendo esta área crucial para garantizar la seguridad alimentaria y prevenir enfermedades transmitidas por alimentos, motivo por el cual, los avances recientes incluyen el uso de técnicas de biología molecular para la detección rápida de patógenos y la aplicación de probióticos y prebióticos para mejorar la salud intestinal (Campbell-Platt, 2017).

En este mismo contexto, se tiene que los aportes de la química de alimentos a la tecnología alimentaria es que esta analiza la composición química de los alimentos y cómo los diferentes componentes interactúan durante el procesamiento y almacenamiento, incluyendo el estudio de nutrientes, aditivos y contaminantes, e investigando las reacciones químicas que ocurren durante la cocción y cómo estas afectan el sabor, color y valor nutricional de los alimentos, por lo que hace un gran aporte a la tecnología de alimentos. Adicionalmente, la biotecnología alimentaria utiliza técnicas biotecnológicas para mejorar la producción y calidad de los alimentos, incluyendo la modificación genética de cultivos para aumentar su resistencia a plagas y mejorar su valor nutricional, la producción de alimentos fermentados, y el desarrollo de ingredientes funcionales que promuevan la salud; y el análisis sensorial evalúa las propiedades organolépticas de los alimentos, como el sabor, aroma, textura y apariencia, siendo este análisis fundamental para el desarrollo de productos que satisfagan las expectativas de los consumidores (Pulido Morales et al., 2021).

La tecnología de alimentos ha sido uno de los mayores avances de la humanidad, contribuyendo significativamente a nuestras técnicas de desarrollo de la industria alimentaria, transformando radicalmente la manera en que fabricamos, transportamos y consumimos alimentos. En particular, la industria alimentaria está experimentando una revolución gracias a la digitalización de procesos, lo que ha mejorado tres aspectos clave como lo son la fabricación de alimentos, las actividades relacionadas con la cadena de valor, y el control de la calidad y seguridad alimentaria. Esta tecnología ha integrado una gran cantidad de información disponible gracias a la digitalización de procesos que mejoran la toma de decisiones de los equipos directivos y de gestión, proporcionando un conocimiento sin precedentes del consumidor y abriendo numerosas oportunidades en el campo de la personalización de productos y nuevas formas de interacción, destacando además, la importancia de mejorar la producción alimentaria en menos tiempo (Feito et al., 2024).

La Tecnología de Alimentos tiene un enfoque tanto básico como aplicado, y sus resultados son principalmente utilizados en el ámbito industrial, donde enfrenta el desafío adicional de desarrollar métodos de producción y procesamiento que sean adaptables a cualquier nivel tecnológico disponible sin comprometer la calidad y seguridad. Desde esta perspectiva, la composición física y química de los alimentos son factores clave en la elección del tipo de proceso de conservación y del producto final deseado: tipo de envase, costo y métodos de distribución (Carpio et al., 2023).

Por otra parte, y según lo planteado por Parada (2020), la tecnología de alimentos es una disciplina esencial que presenta hasta ahora los siguientes alcances:

- a. Garantizar que los alimentos sean seguros, nutritivos y accesibles a través de la aplicación de principios científicos y tecnológicos, que buscan mejorar continuamente la calidad y sostenibilidad de los productos alimenticios.

- b. Integrar diversas ciencias, lo cual permite abordar los desafíos actuales y futuros en la producción y distribución de alimentos.
- c. Asegurar un suministro alimentario seguro y eficiente para la población mundial, la atención de las necesidades y demandas de los consumidores.
- d. Promover el desarrollo de opciones alimentarias saludables.
- e. Producir alimentos más “prácticos” y especialmente formulados.
- f. Producir alimentos en grandes cantidades a un costo menor.
- g. Innovar la producción primaria para enfrentar los nuevos retos de la humanidad.

Actualmente, la combinación de diversas tecnologías emergentes en la producción de alimentos, como la biología sintética, la inteligencia artificial, la ingeniería de tejidos, la impresión 3D, los drones y la robótica, podría impactar significativamente el futuro de la producción y la seguridad alimentaria; aunque muchas de estas aplicaciones se encuentran actualmente en fases de investigación, desarrollo o demostración en países desarrollados, tienen el potencial de revolucionar la producción alimentaria, ya sea de manera independiente o a través de su integración.

1.3 Historia y Evolución de la Industria Alimentaria

La industria alimentaria ha experimentado una evolución significativa a lo largo de los siglos, iniciando con prácticas rudimentarias hasta llegar a convertirse en un sector altamente tecnificado y regulado. Si nos remontamos a las primeras civilizaciones, encontramos que la conservación de alimentos era una necesidad vital y técnicas como el secado, la salazón y la fermentación fueron algunos de los primeros métodos utilizados para prolongar la vida útil de los alimentos (Pérez Samper, 2020).

Desde la época de las primeras civilizaciones de la tierra, ha existido la necesidad de transformar y conservar los alimentos para prolongar su vida útil, es así como los babilonios utilizaban la sal del Mar Muerto, la nieve y el humo para preservar sus alimentos; por su parte, los sumerios introdujeron la producción de cerveza hace aproximadamente 6,000 años a.C., y esta práctica

se adoptó en Egipto hace unos 4,000 años a.C. Los chinos inventaron la destilación en el año 14 d.C. para producir bebidas con alto contenido de alcohol, y en Egipto, hace 4,000 años a.C., se comenzó a usar levaduras para generar dióxido de carbono y hacer que el pan fuera más esponjoso, además de otros usos de los microorganismos, como la obtención del vinagre, la elaboración de quesos y de yogurt (Hernández, 2018). Sin embargo, fue en el siglo XIX cuando se produjeron avances significativos gracias a los trabajos de científicos como Louis Pasteur, quien desarrolló la pasteurización, un proceso que revolucionó la conservación de alimentos líquidos como la leche y el vino (Pérez Samper, 2020).

Por otro lado, Vásquez & García (2020), señalan que desde tiempos antiguos, se han utilizado técnicas para mejorar la digestibilidad, diversificar los sabores y prevenir el deterioro de los alimentos, estas prácticas surgieron a través de la observación o por accidente, y con el avance de la ciencia se han comprendido sus principios fundamentales; lo incas por ejemplo, emplearon la liofilización hace unos tres mil años a.C. para producir charqui y chuño; los vikingos conservaron sus alimentos utilizando el frío, mientras que los romanos aplicaron conservantes como salmuera y vinagre; en la Europa medieval, se utilizaban técnicas de ahumado, y en la Europa moderna, el progreso tecnológico permitió la elaboración de chocolate a partir de granos de cacao. Estos ejemplos sugieren que la tecnología alimentaria ha existido desde siempre, aunque no se haya reconocido formalmente como tal.

En 1880, Fisher y Flecher demostraron la base bioquímica de la fermentación, destacando que la levadura produce enzimas y en 1809, Nicolas Appert fue premiado por crear las primeras conservas alimenticias en vidrio selladas herméticamente. Luego, en 1856, el estadounidense Gail Borden logró la evaporación de leche al vacío (Salcedo et al., 2018). Posteriormente, la Revolución Industrial marcó un punto de inflexión en la industria alimentaria, cuando la mecanización y la introducción de nuevas tecnologías permitieron la producción masiva de alimentos y se desarrollaron métodos como el enlatado y

la refrigeración (Ver Figura 2), los cuales transformaron la forma en que los alimentos eran procesados y almacenados (Picó Camús, 2023). Estos y muchos otros aportes de grandes científicos e inventores han contribuido gradualmente a lo que hoy conocemos como Tecnología de Alimentos.

Figura 2.

Evolución de alimentos enlatados.



Nota: Tomado de Timetoast Timelines, (2024).

Esta ciencia probablemente se originó como una rama de la Ingeniería Química, lo que la vincula con las Ciencias Biológicas, sin embargo estas no abarcaban los procesos, plantas y equipos necesarios para la producción de alimentos; de forma que, esta especialidad comenzó a impartirse en Estados Unidos en 1913, con un enfoque en productos que respondían a las necesidades de la industria alimentaria de la época, satisfaciendo la demanda de nuevos conocimientos en el ámbito de la ciencia y tecnología de alimentos, necesarios para abordar problemas que solo podían resolverse mediante principios de ingeniería como las operaciones unitarias y la transferencia de masa y energía (Hernandez, 2018).

Es así como, el siglo XX trajo consigo una mayor preocupación por la seguridad alimentaria y la regulación y se crearon organismos como la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) en Estados Unidos y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) en Europa, las cuales establecieron estándares rigurosos para la producción y comercialización de alimentos; adicionalmente, la implementación de sistemas como el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) se convirtió en una práctica estándar para garantizar la seguridad de los alimentos (Acevedo, 2021).

Adicionalmente, la tecnología alimentaria ha introducido una nueva categorización de los alimentos, clasificándolos según el método de conservación utilizado, donde la primera categoría incluye productos frescos como verduras, hortalizas, frutas, carnes, pescados y huevos, así como aquellos conservados mediante técnicas tradicionales como la deshidratación, salazón y fermentación; la segunda categoría abarca alimentos que han sido sometidos a un tratamiento térmico, generalmente esterilización, y luego envasados de manera hermética en frascos de vidrio o latas, conocidos como conservas o semiconservas.

La tercera categoría incluye alimentos que se mantienen mediante refrigeración o congelación, la cuarta categoría consiste en frutas y verduras frescas que han pasado por un proceso de pelado, corte y lavado, y posteriormente se envasan en atmósferas protectoras y refrigeradas, permitiendo que estén listos para el consumo mientras conservan sus características de frescura, sin embargo, estos productos son más perecederos que los frescos y sin procesar, ya que el troceado acelera su deterioro; y por último, una quinta categoría de productos que han sido tratados térmicamente y están listos para el consumo, requiriendo refrigeración para su adecuada conservación. Es importante señalar que la investigación y la innovación en este ámbito, junto con la incorporación de maquinaria avanzada y nuevos envases,

han permitido crear productos con texturas y sabores óptimos que se mantienen hasta el momento del consumo (Velasco & García-Peris, 2014a).

Es importante resaltar que, en las últimas décadas la industria alimentaria ha continuado evolucionando, impulsada por avances tecnológicos y cambios en las preferencias de los consumidores, destacándose el desarrollo de algunos aspectos más que otros, en este período donde la tecnología ha jugado un papel crucial en la evolución de esta la industria, donde se han desarrollado y perfeccionado diversas tecnologías emergentes de conservación de alimentos, como los ultrasonidos, las altas presiones hidrostáticas y los pulsos eléctricos de alto voltaje; estas tecnologías han permitido mejorar la calidad y la seguridad de los alimentos, así como prolongar su vida útil sin necesidad de aditivos químicos (Picó & Millán, 2023).

En relación con el tema en cuestión, la tecnología alimentaria ha permitido el desarrollo de nuevos productos, incluyendo opciones en polvo que se reconstituyen en agua y, más recientemente, productos pasteurizados listos para consumir que están siendo incorporados en el sector de la hostelería, en cocinas hospitalarias, en servicios de catering o programas de "*Meal on Wheels*", para proporcionar comida a pacientes que no pueden adquirir o preparar sus propias comidas, pues la preparación tradicional de cremas y purés requiere un amplio espacio de almacenamiento para conservar todos los ingredientes y equipos necesarios para asegurar la calidad sanitaria, lo que incrementa la necesidad de personal y tiempo en su elaboración; es así como los avances tecnológicos y la disponibilidad de productos han simplificado la organización de las cocinas al eliminar la fase de preparación y elaboración del plato, siendo suficiente un calentamiento previo antes del consumo (Velasco & García-Peris, 2014a).

Además, la sostenibilidad se ha convertido en una prioridad para la industria alimentaria, a tal punto que investigaciones recientes han destacado la importancia de adoptar prácticas agrícolas y de producción más sostenibles para reducir el impacto ambiental, donde se incluyan el uso de energías renovables,

la reducción de residuos y la implementación de sistemas de producción más eficientes.

El mundo está cambiando a una velocidad impresionante y este cambio trae consigo tecnologías innovadoras, que van desde herramientas digitales hasta nuevas fuentes de ingredientes alimentarios; además, surgen nuevos modelos de negocio, como el comercio electrónico y la distribución de alimentos a través de múltiples canales, que abarcan distintas plataformas de ventas. Estos avances proporcionan nuevas herramientas y métodos para enfrentar los problemas de seguridad alimentaria, pero también plantean nuevos desafíos que deben ser considerados para establecer regulaciones sobre la inocuidad de los alimentos (Yiannas & Mayne, 2021).

Aunado a esto, los consumidores de hoy en día están más informados y son más exigentes en cuanto a la calidad y la procedencia de los alimentos, es por esto que la demanda de productos orgánicos, libres de transgénicos y de comercio justo ha aumentado significativamente y se ha incrementado el interés por los alimentos funcionales, aquellos que ofrecen beneficios adicionales para la salud más allá de la nutrición básica. Por otra parte, se tiene que la digitalización y la automatización han transformado la industria alimentaria, mejorando la eficiencia y la trazabilidad en toda la cadena de suministro y la implementación de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA) ha permitido una gestión más precisa y en tiempo real de los procesos de producción y distribución.

Aunque en este punto es importante señalar que, a pesar de los avances, la industria alimentaria enfrenta varios desafíos, pues la seguridad alimentaria sigue siendo una preocupación, especialmente en un contexto de globalización y cadenas de suministro complejas; además, el cambio climático y la escasez de recursos naturales plantean retos significativos para la producción sostenible de alimentos. De manera que se espera que, en el futuro, la industria alimentaria continúe innovando para abordar estos desafíos y que la investigación y el desarrollo sigan siendo fundamentales para encontrar soluciones que permitan

producir alimentos de manera más eficiente y sostenible para garantizar la calidad de los alimentos para las generaciones venideras (Acevedo, 2021).

1.4 Importancia de la Tecnología en la Producción de Alimentos

Es una realidad que la tecnología ha transformado radicalmente la producción de alimentos, permitiendo mejoras significativas en la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de los sistemas alimentarios, desde la revolución verde hasta la biotecnología moderna, la tecnología alimentaria ha sido un motor crucial para satisfacer las crecientes demandas de alimentos de una población mundial en constante aumento; puesto que los progresos en ingeniería genética, biotecnología y microelectrónica, junto con las innovaciones en el proceso de producción, desde la etapa inicial hasta el consumo final, han facilitado la explotación de nuevos nichos de mercado, lo que ha permitido la creación de alimentos diferenciados que satisfacen las necesidades de consumidores específicos, especialmente en un segmento de altos ingresos y para la exportación, quienes buscan productos de alta calidad y seguridad (Mejía Chávez & Ramírez Pablo, 2020).

La industria alimentaria está en constante evolución, y la tecnología desempeña un papel crucial en este sector, especialmente en el ámbito agroindustrial, pues los avances científicos y tecnológicos actuales permiten la producción de alimentos seguros que responden a la creciente demanda de consumidores que buscan rapidez, seguridad, durabilidad y sostenibilidad. Según la Organización Mundial de Comercio (OMC) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), la industria alimentaria es una de las principales prioridades a nivel global, y los consumidores buscan productos que sean seguros, altamente nutritivos, atractivos a nivel sensorial y con una larga vida útil; estas preocupaciones han impulsado al sector agroalimentario a desarrollar diversas tecnologías sostenibles adecuadas para la agricultura y el procesamiento de alimentos, es allí donde la tecnología de alimentos adquiere gran importancia (Bolaño Fontalvo et al., 2022).

Pues contar con productos de alta calidad nutricional que presentan un menor riesgo microbiológico sin duda tiene ventajas; además, estos productos son fáciles de preparar y servir, siendo compatibles tanto con cocinas que operan con sistemas de producción en línea caliente (donde se cocina y se mantiene caliente hasta el consumo), como con aquellas que utilizan la línea fría (donde se diferencia el momento de elaboración del momento de consumo manteniéndolos a temperatura de refrigeración. Hoy en día, el desarrollo en la tecnología de la industria alimentaria ha crecido considerablemente, y con el aumento de la población, ha surgido la necesidad de contar con más alimentos que satisfagan las necesidades nutricionales y que puedan ser conservados durante largos períodos sin perder calidad, para que lleguen a los lugares más remotos del planeta (Velasco & García-Peris, 2014a).

Por otro lado, el desarrollo de cultivos genéticamente modificados que son más resistentes a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas, no solo aumentan el rendimiento, sino que también pueden mejorar el valor nutricional de los alimentos, y las tecnologías alimentarias avanzadas de procesamiento, como la pasteurización, la irradiación y la alta presión, han mejorado la seguridad y la vida útil de los alimentos, siendo que estas técnicas eliminan patógenos y reducen el deterioro sin comprometer la calidad nutricional. De igual manera, para el envasado se están utilizando materiales y tecnologías que pueden detectar y comunicar información sobre el estado de los alimentos, incluyendo envases que cambian de color cuando los alimentos están en mal estado o que pueden liberar conservantes de manera controlada para prolongar la frescura (Vera, 2023).

De igual forma, la digitalización de las cadenas de suministro permite un seguimiento y gestión más eficientes de los productos alimenticios desde la granja hasta la mesa y los sistemas de trazabilidad digital ayudan a garantizar la seguridad alimentaria y a reducir el desperdicio; adicionalmente, los avances en la tecnología de transporte refrigerado han permitido la distribución de alimentos frescos a largas distancias, manteniendo su calidad y seguridad, esto es

especialmente importante para productos perecederos como frutas, verduras y productos lácteos; de manera que, la tecnología alimentaria juega un papel crucial en la reducción del desperdicio de alimentos a lo largo de la cadena de suministro, desde la mejora en las técnicas de almacenamiento hasta la optimización de la logística, las innovaciones de esta tecnología ayudan a minimizar las pérdidas, y las prácticas agrícolas sostenibles, apoyadas en esta, buscan equilibrar la producción de alimentos con la conservación de los recursos naturales.

De manera que, la tecnología de alimentos as empresas, juntamente con la industria alimentaria tienen el reto de producir alimentos que estén elaborados con materias primas sostenibles, transformadas y adaptadas a los gustos y necesidades de los consumidores y, sobre todo, que cubran sus requerimientos nutricionales. La tecnología de alimentos desempeña un papel crucial en el desarrollo y la sostenibilidad del sistema alimentario global; en un mundo donde la población sigue creciendo y la demanda de alimentos es cada vez mayor, la aplicación de tecnologías avanzadas se vuelve indispensable para garantizar la seguridad, calidad y disponibilidad de los productos alimenticios, mediante innovaciones en el procesamiento, conservación y envasado, la tecnología alimentaria no solo mejora la vida útil de los productos, sino que también ayuda a mantener sus propiedades nutricionales y organolépticas.

Uno de los aspectos más destacados de la tecnología de alimentos es su capacidad para abordar desafíos contemporáneos como el desperdicio alimentario, utilizando métodos de conservación como la refrigeración, deshidratación y envasado al vacío, a fin de extender la vida útil de los alimentos, reduciendo así la cantidad que se pierde antes de llegar al consumidor. Esta reducción no solo tiene un impacto positivo en la economía, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al disminuir la presión sobre los recursos naturales.

Además, la tecnología de alimentos juega un papel fundamental en la seguridad alimentaria, donde las técnicas de análisis y control de calidad

permiten detectar contaminantes y patógenos en los alimentos, garantizando que los productos que llegan al mercado sean seguros para el consumo. Esto es especialmente importante en un contexto donde las cadenas de suministro son cada vez más complejas y globalizadas, lo que aumenta el riesgo de contaminación.

La innovación en este campo también ha permitido el desarrollo de alimentos funcionales y nutracéuticos, que no solo satisfacen las necesidades básicas de nutrición, sino que también ofrecen beneficios adicionales para la salud. Esto es particularmente relevante en el contexto actual, donde hay un creciente interés por parte del consumidor en llevar una dieta saludable y equilibrada. Por último, la tecnología de alimentos es clave para la adaptación a las preferencias cambiantes del consumidor. La personalización de productos, como alimentos libres de alérgenos o con características específicas (bajos en azúcar, sin gluten), es una tendencia que está en auge. La capacidad de innovar y desarrollar nuevos productos que respondan a estas demandas es esencial para la competitividad en el sector agroalimentario.

CAPÍTULO 2.

MATERIAS PRIMAS Y SU PROCESAMIENTO

2.1 Introducción

La industria de alimentos es un sector vital que no solo satisface las necesidades nutricionales de la población mundial, sino que también impulsa economías y promueve el desarrollo sostenible, siendo las materias primas el corazón de esta industria, ya que determinan la calidad, el sabor, la textura y el valor nutricional de los productos finales; pues desde cereales y legumbres hasta frutas, verduras, carnes y productos lácteos, la diversidad de materias primas es vasta y compleja. Es por esto que, en los últimos años ha habido un creciente interés en la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de recursos en la producción de alimentos. Se estima que para el 2050 la población mundial alcanzará los 9.7 mil millones, lo que requerirá un aumento significativo en la producción de alimentos, lo que plantea desafíos en términos de disponibilidad y calidad de las materias primas, así como en la necesidad de prácticas agrícolas sostenibles (FAO, 2017).

La selección adecuada de materias primas no solo afecta la calidad del producto final, sino que también tiene implicaciones en la seguridad alimentaria y la salud pública, de manera que estudios recientes han demostrado que la calidad de las materias primas puede influir en la presencia de contaminantes y aditivos, lo que a su vez puede afectar la salud del consumidor. Además, la globalización ha llevado a una mayor interconexión entre los mercados de materias primas, lo que puede resultar en fluctuaciones de precios y disponibilidad, por lo cual ha sido necesario realizar investigaciones recientes que exploren cómo estos factores afectan a los productores y consumidores en diferentes regiones (Díaz et al., 2014).

Actualmente, una de las tendencias más importantes en la industria de alimentos es la implementación de prácticas de manufactura esbelta o eficiente, que buscan reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia de los procesos productivos; esta tendencia está siendo ampliamente adoptada en la industria de alimentos para mejorar la productividad y la eficiencia de los procesos, y el enfoque no solo está centrado en ayudar a reducir costos, sino que también contribuye a la sostenibilidad al minimizar el uso de recursos, y optimizar la utilización de materias primas (Cuggia-Jiménez et al., 2020). Además, se considera que la calidad de las materias primas es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria, por lo que la manipulación y transformación adecuadas de estas son esenciales para prevenir la contaminación y asegurar que los productos finales cumplan con los estándares de calidad, destacando la importancia de establecer requisitos estrictos para la manipulación de materias primas para asegurar la calidad y seguridad del producto final (Mendoza et al., 2024).

Por otra parte, Dos Santos Nina et al. (2018), expresa que la innovación en el uso de materias primas también es un área de creciente interés y por esto se han realizado varios estudios que exploran el uso de tecnologías avanzadas para la elaboración de nuevos productos a partir de materias primas autóctonas de algunas regiones; estos estudios subrayan la importancia de la investigación y el desarrollo en la creación de productos alimenticios innovadores que satisfagan las demandas del mercado y contribuyan al desarrollo económico regional, nacional y mundial.

En resumen, las materias primas juegan un papel crucial en el desarrollo de la industria y la tecnología de alimentos, y aspectos como la selección y el manejo de materias primas son puntos críticos que afectan la calidad, valor nutricional, seguridad y sostenibilidad de los productos alimenticios, motivos por los cuales la implementación de prácticas de manufactura esbelta, el establecimiento de requisitos estrictos para la manipulación de materias primas

y la innovación en el uso de estas son estrategias clave para enfrentar los desafíos actuales y futuros de la industria.

En este contexto, es necesario resaltar la importancia de investigar y comprender mejor las materias primas utilizadas en la industria alimentaria, a medida que se avanza hacia un futuro donde la sostenibilidad y la salud son prioridades, y se exploran no solo las características de las materias primas, sino también sus impactos económicos, sociales y ambientales. Por lo cual, en este capítulo se estará haciendo referencia a la importancia de las materias primas en la industria alimentaria, así como también a las características y métodos de selección de estas, los procesos de pretratamiento y conservación y el impacto que la calidad de las materias primas tiene sobre los productos finales.

2.2 Características y selección de materias primas

En la elaboración de productos alimenticios de calidad, las materias primas empleadas en la industria de alimentos son fundamentales, de forma tal que deben presentar ciertas características imprescindibles para que la calidad, la funcionalidad y el valor nutricional del alimento sea el esperado. De acuerdo con Díaz et al. (2014), entre estas características se encuentran las siguientes:

- Calidad nutricional, la cual está fundamentada principalmente en dos aspectos, el perfil nutricional, ya que las materias primas deben aportar nutrientes esenciales como proteínas, carbohidratos, grasas saludables, vitaminas y minerales, y la biodisponibilidad que está referida a que los nutrientes deben ser tal que el organismo tenga capacidad para absorber y utilizar los nutrientes presentes.
- Seguridad alimentaria, para cumplir con esta característica las materias primas deben ser libres de contaminantes como patógenos, pesticidas, metales pesados y otros contaminantes, y cumplir con las normativas, regulaciones y estándares de seguridad alimentaria.
- Sostenibilidad, se refiere a la garantía de que todas las personas tienen acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para satisfacer sus necesidades dietéticas y preferencias

alimentarias para llevar una vida activa y saludable, incluyendo aspectos como una producción responsable en la cual se tenga preferencia por materias primas obtenidas mediante prácticas agrícolas sostenibles, y la minimización del impacto ambiental, haciendo un uso eficiente de los recursos naturales y disminuir la huella de carbono en su producción.

- Estabilidad y conservación, referido a la capacidad de un sistema para mantener su funcionamiento y disponibilidad a lo largo del tiempo, incluso ante factores externos como crisis económicas, desastres naturales o cambios en la demanda, donde la estabilidad es crucial para garantizar un suministro constante de alimentos, además de tener durabilidad y capacidad de resistir el deterioro durante el almacenamiento y el transporte, y poseer propiedades que ayuden a prevenir la oxidación.
- Frescura, determinada por el tiempo de cosecha o sacrificio y las condiciones de almacenamiento.
- Propiedades funcionales, estas características de las materias primas ofrecen beneficios adicionales a la salud más allá de la nutrición básica, pues incluye propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, prebióticas, entre otras, que pueden contribuir a la prevención de enfermedades o mejorar el bienestar general, así como también proporcionar textura y consistencia, influyendo en la textura, viscosidad y capacidad de gelificación, emulsificación y espumado del producto final.
- Aditivos naturales, este se refiere a que se debe reducir el uso de aditivos sintéticos, optando por alternativas naturales que mejoren la calidad del producto.
- Perfil sensorial, la materia prima debe suministrar al alimento aroma y sabor o permitir el desarrollo de estos durante el proceso, pues estas características organolépticas son cruciales para la aceptación del consumidor; de igual manera la apariencia y el color influyen en la percepción del producto.
- Variedad y diversidad, aunque son características importantes en la materia prima se debe considerar que estas pueden afectar las propiedades nutricionales y sensoriales de los productos finales. Además,

poseer adaptación regional, es decir que las materias primas se adapten al clima y suelo de la región.

- Costo y disponibilidad, esta característica está referida a la accesibilidad económica o a la competitividad en precio para así asegurar la viabilidad económica del producto, y a la disponibilidad estacional de algunas materias primas.
- Por otra parte, se tiene que la selección adecuada de materias primas puede influir significativamente en la calidad del producto final, y la misma debe estar fundamentada en las características que estas ostentan y que son convenientes o favorables al producto que se desea elaborar (García Caballero, 2019), a continuación, se presentan algunas de estas características:

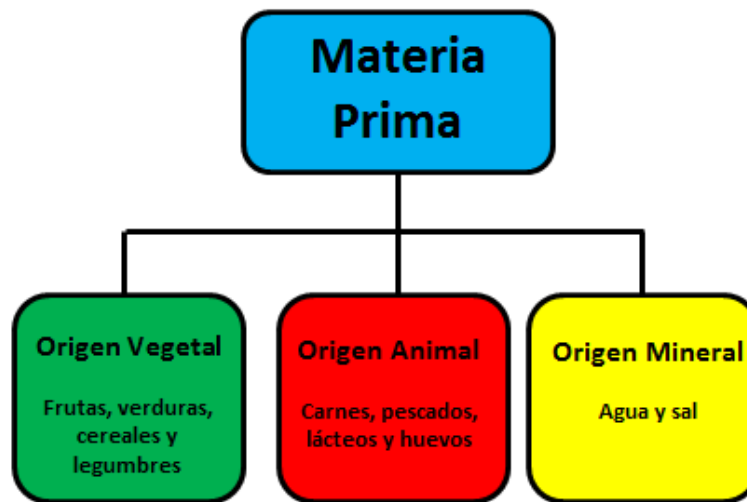
Origen y clasificación de las materias primas: estas se clasifican principalmente en tres categorías son:

- a) Origen vegetal, las cuales son seleccionadas por su frescura, contenido nutricional y ausencia de contaminantes, incluyéndose en esta categoría frutas, verduras, cereales y legumbres.
- b) Origen animal, seleccionadas en función de su frescura, contenido proteico y ausencia de patógenos, estando comprendidas por carnes, pescados, lácteos y huevos.
- c) Origen mineral, categoría que incluye principalmente el agua y la sal, tal como se observa en la Figura 3.

En vista que la calidad de las materias primas es crucial para garantizar la seguridad alimentaria, se debe considerar este aspecto a la hora de realizar una selección; además, se deben tener en cuenta algunos parámetros de calidad como el contenido nutricional, la ausencia de contaminantes, las condiciones de almacenamiento y conservación, los pretratamientos o procesamientos previos a los que debe ser sometida la materia prima, el impacto en el producto final y en las propiedades organolépticas de sabor, textura y aroma.

Figura 3.

Clasificación de la materia prima de la industria alimentaria.



Fuente: Elaboración propia, (2025).

2.3 Procesos de pretratamiento y conservación

En algunos procesos de la industria alimentaria la obtención de materia prima fresca durante todo el año suele ser inviable, debido a aspectos como la estacionalidad, es por esto que el almacenamiento por períodos prolongados se vuelve crucial para asegurar un suministro constante de materia prima de calidad a las plantas que producen alimentos; sin embargo, para mantener la calidad y minimizar las pérdidas, con frecuencia también es necesario llevar a cabo una serie de tratamientos antes del almacenamiento, los cuales garantizan la preservación de las características organolépticas y nutricionales de la materia prima destinada a la elaboración de productos alimenticios, además, es necesario adoptar condiciones adecuadas de conservación, donde se incluyen el control de la temperatura y la composición atmosférica. A continuación, se describen algunos de los pretratamientos:

- **Limpieza:** la limpieza de las materias primas, según Caballero (2020), es generalmente la primera etapa en el acondicionamiento de los procesos de producción de alimentos, por lo tanto, el método de limpieza y las condiciones de su implementación deben considerar aspectos como la identificación del tipo de contaminantes y las características específicas de las materias primas

que se van a limpiar; además, se debe tener en cuenta que es fundamental preservar la integridad de la superficie de las materias primas durante el proceso, por lo que se debe diseñar adecuadamente el flujo de entrada y salida de las materias primas en los equipos de limpieza, asegurando que las áreas de limpieza estén separadas de las demás operaciones para prevenir la contaminación cruzada entre productos limpios y no limpios, contaminantes y elementos no aprovechables, los cuales deben ser recolectados de manera selectiva, teniendo en cuenta su naturaleza para su correcta eliminación. Además, los equipos e instalaciones destinados a la limpieza de materias primas deben estar diseñados adecuadamente y fabricados con materiales que no alteren las propiedades de las materias, cumpliendo así con los requisitos higiénico-sanitarios establecidos por la normativa alimentaria, y esto que no signifiquen un alto costo económico.

Principalmente la limpieza puede ser realizada por dos vías, la seca y la húmeda; la vía seca incluye todos los procesos de limpieza donde no se emplea agua y la materia prima queda seca en su superficie, es un método económico, pero genera condiciones polvorientas lo que puede provocar recontaminaciones; además, durante los procesos de limpieza es necesario reducir la alta concentración de polvo debido al riesgo de que alguna fuente de ignición cause una explosión, y prevenir la caída de objetos y la generación de chispas mecánicas por fricción, implementando medidas adicionales como instalaciones eléctricas y equipos antichispa adecuados para entornos polvorientos, entre estos métodos se encuentra el tamizado, la acción magnética, la aspiración y la abrasión. Por otra parte, la vía húmeda incluye métodos de limpieza como la aspersión, la flotación y la inmersión, los cuales son realizados en húmedo o utilizando agua como agente limpiador. Estos métodos son altamente efectivos cuando la superficie de las materias primas es delicada, los contaminantes están muy adheridos o los métodos de limpieza en seco no han sido suficientes, aunque, durante el lavado, es crucial monitorear continuamente el estado higiénico-sanitario del agua debido a su impacto en la seguridad alimentaria, ajustando el volumen de agua utilizado para evitar altos costos (Caballero, 2020).

- **Tratamientos térmicos a altas temperaturas:** estos tratamientos no solo controlan el crecimiento de patógenos, sino que también influyen en los procesos de maduración y senescencia, especialmente por su impacto en la síntesis de etileno (C_2H_4), que es clave para la maduración; la exposición a temperaturas cercanas a $35^{\circ}C$ afecta tanto la producción como la actividad de las enzimas relacionadas con el etileno. Además, otro proceso relacionado con la maduración y senescencia que también se ve afectado por los tratamientos térmicos es el ablandamiento, resultado de la pérdida de firmeza, lo cual no solo acorta la vida útil después de la cosecha, sino que también facilita la invasión de patógenos, en este contexto, se ha observado que los tratamientos térmicos pueden extender la vida poscosecha de algunas materias primas vegetales, pues tienen un papel crucial en la reducción del crecimiento de microorganismos responsables del deterioro, especialmente hongos. Esto se logra mediante la inhibición directa de su desarrollo, incluyendo la germinación de esporas y el crecimiento del micelio, así como a través de su efecto sobre la cutícula de frutos. Durante la poscosecha, pueden aparecer heridas de diversos tamaños o microfracturas a nivel epicuticular, que sirven como vías de entrada para numerosos patógenos que colonizan a través de estas heridas, y en diversos estudios se ha demostrado que la aplicación de tratamientos térmicos puede eliminar estas heridas, probablemente porque el calor cambia el estado físico de la cera aplicada a frutas y vegetales, haciéndola más plástica y permitiendo así la oclusión de las lesiones al extenderse, existiendo tres métodos principales para aplicar tratamientos de altas temperaturas a los productos vegetales: el uso de agua caliente, vapor y aire forzado (Silveira & Zaccari, 2015)
- **Curado:** es una operación clave para mantener la calidad de hortalizas de bulbo y tubérculos durante el almacenamiento, e implica cambios en las estructuras protectoras de los productos vegetales, que pasan por un secado (en el caso de los bulbos) o suberización (en los tubérculos); depende de las condiciones ambientales y termodinámicas del aire, las cuales para los bulbos son temperaturas de $36-38^{\circ}C$, humedad relativa de 50-60% y una velocidad de circulación del aire de $7-20\text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^3$ de producto para que el

proceso dure entre 2 y 4 días, y para los tubérculos se realiza a temperaturas de 12-18°C, con una humedad relativa de 85-90% y en presencia de O₂, durante un periodo de 7-15 días. Estos cambios ayudan a reducir la pérdida de agua y la susceptibilidad al ataque de patógenos y actúa como una barrera física contra daños mecánicos durante la conservación, y logran que después del curado, la materia prima pueda almacenarse en condiciones controladas por hasta 8 meses, dependiendo de la variedad, del cultivar y de las condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa para almacenamiento (Pérez Castañeda & Serrato Castillo, 2019).

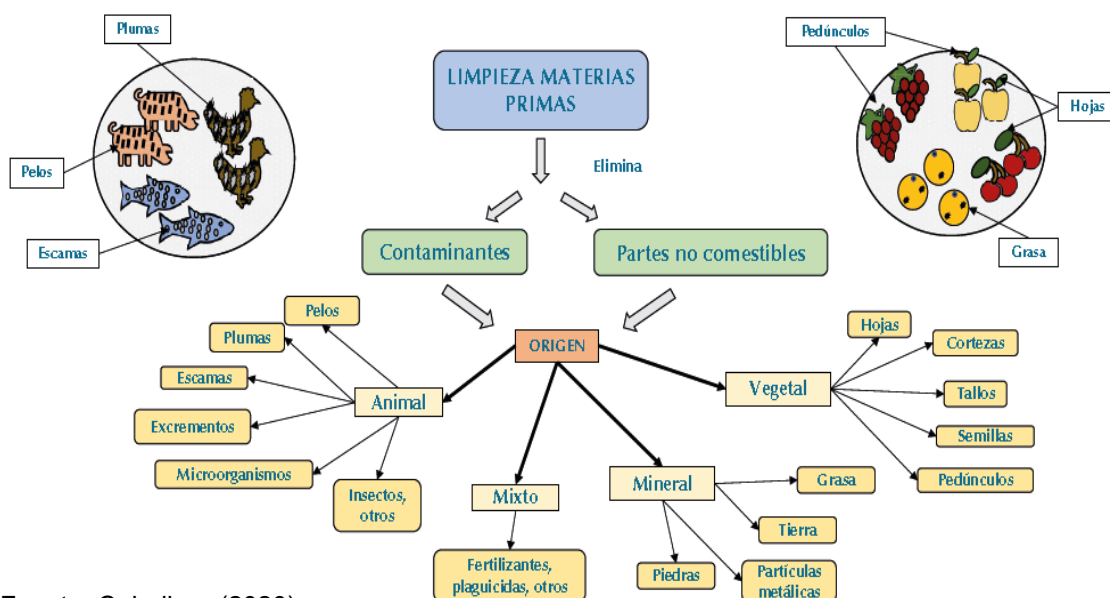
- **Irradiación:** también conocida como pasteurización fría, implica la aplicación de radiaciones ionizantes, como electrones de alta energía u ondas electromagnéticas (radiación X o gamma), y es un proceso que expone los productos a cantidades controladas de radiación para alcanzar objetivos específicos, como preservar la calidad y extender la vida útil. En esta técnica, la dosis se refiere a la cantidad de energía por unidad de masa del producto, medida en Grays (Gy), donde un Gray equivale a la absorción de un Joule de energía por kilogramo de masa irradiada; actualmente, se utilizan cuatro fuentes de energía ionizante: rayos gamma de cobalto-60 (Co-60), rayos gamma de cesio-137 (Cs-137), rayos X con energía no superior a 5 MeV y electrones acelerados con energía no superior a 10 MeV, siendo que las dos últimas fuentes se generan mediante aceleradores de electrones alimentados por corriente eléctrica (Silveira & Zaccari, 2015).
- **Almacenamiento:** en industrias alimentarias estacionales, como en la de refinado de azúcar, la elaboración de cerveza, la molienda de harina y los enlatados, el almacenamiento de materias primas es crucial; siendo que este proceso generalmente se lleva a cabo en silos, tanques, bodegas y cámaras frigoríficas, y la forma en que se almacenan los productos terminados depende de su tipo (líquidos o sólidos) y del método de conservación y envasado (sueltos, en sacos de diferentes tamaños, en fardos, cajas o botellas). Además, el diseño de las instalaciones debe adaptarse a las condiciones de manipulación y conservación, considerando aspectos como

pasillos de tránsito, fácil acceso y el control de temperatura y humedad adecuados para cada producto, incluyendo cámaras frigoríficas, y considerando si durante el almacenamiento, los productos pueden mantenerse en atmósferas con bajo contenido de oxígeno o ser fumigados antes de su envío.

Por otra parte, según Caballero (2020), las materias primas pueden contener contaminantes y elementos no comestibles que deben ser eliminados mediante procesos de limpieza, lo que resulta en alimentos aptos para el consumo; estos contaminantes y componentes no comestibles pueden ser de diversas naturalezas, tal como se observa en la Figura 4:

- Naturaleza animal: incluyen partes del cuerpo de roedores e insectos, plumas, pelos, larvas, escamas, excrementos y diferentes microorganismos (bacterias, levaduras, mohos y virus).
- Naturaleza vegetal: abarcan tallos, hojas, cortezas, pedúnculos y semillas.
- Naturaleza mineral: consisten en piedras, tierra, partículas de metal y grasas.
- Naturaleza mixta: comprenden productos generados por el metabolismo de microorganismos vivos (toxinas, enzimas, podredumbre), así como residuos de plaguicidas y fertilizantes.

Figura 4. Contaminantes y componentes no comestibles de las materias primas.



Fuente: Caballero (2020).

Al eliminar los contaminantes de las materias primas durante los procesos de lavado, también es fundamental remover sustancias tóxicas, microorganismos y otros compuestos, ya que pueden afectar sus características nutricionales y organolépticas, y su consumo podría causar problemas de salud en las personas, que pueden variar en gravedad y comprometer la calidad higiénica de los alimentos (Caballero, 2020).

2.4 Impacto de la calidad de las materias primas en los productos finales

En la industria alimentaria es muy difícil, obtener productos de alta calidad a partir de una mala materia prima, aun cuando los procesos tecnológicos u otros métodos de transformación sean eficientes; por tal motivo es crucial asegurar el suministro de materias primas de la más alta calidad y con seguridad alimentaria; de igual manera, un producto puede ser de alta calidad, pero si las condiciones de producción son deficientes, pueden surgir riesgos para el consumidor que no siempre se detectan mediante análisis u otros controles. La calidad y el control de las materias primas mediante una trazabilidad completa, bien implementada, junto con el diseño de medidas específicas para la producción, garantizan inmediatamente la calidad de los de alimentos y permite una mejor adaptación de las especificaciones del producto a las necesidades de procesamiento posteriores.

Por otro lado, se tiene que la calidad de los productos finales depende de su tipo, método de conservación y empaque, y para diferenciar un alimento específico de otro, se emplean varios métodos y empaque de alimentos, incluyendo el enlatado, el envasado aséptico, el envasado al vacío y el envasado en atmósferas modificadas, influyendo estos también en la calidad de los productos finales (Brizuela et al., 2022). En cuanto a los aspectos de calidad de la materia prima que influyen en el producto final es importante considerar los propuestos por (Molina, 2020) los cuales se presentan a continuación:

- **Durabilidad y funcionamiento:** materias primas de buena calidad contribuyen a la durabilidad y funcionamiento óptimo del producto. Por ejemplo, en la industria alimentaria, ingredientes de alta calidad pueden mejorar el sabor, la textura y la vida útil de los productos.
- **Valor nutricional y biodisponibilidad:** las materias primas de alta calidad suelen tener un mayor contenido de nutrientes, lo que se traduce en productos finales más nutritivos. Esto es crucial para la salud del consumidor; además, la calidad de las materias primas puede afectar la absorción de nutrientes en el organismo.
- **Características organolépticas:** las materias primas de buena calidad aportan sabores y aromas más intensos y agradables, mejorando la aceptación del producto por parte del consumidor, y la variabilidad en la calidad de las materias primas puede llevar a fluctuaciones en el sabor y la textura del producto final.
- **Seguridad alimentaria:** materias primas de baja calidad pueden estar contaminadas con patógenos o residuos químicos, lo que pone en riesgo la salud del consumidor. Por otro lado, un manejo adecuado de las materias primas asegura que se cumplan los estándares de seguridad alimentaria.
- **Costos de producción:** utilizar materias primas de baja calidad puede resultar en mayores costos a largo plazo debido a la necesidad de reprocesar productos defectuosos o gestionar devoluciones de clientes insatisfechos.
- **Eficiencia en la producción:** al utilizar materias primas de alta calidad se puede mejorar la eficiencia del proceso de producción, reduciendo el tiempo y los recursos necesarios para fabricar el producto final.

- **Sostenibilidad:** la calidad de las materias primas también está relacionada con prácticas agrícolas sostenibles, por lo que el uso de ingredientes de origen responsable puede mejorar la imagen de la marca y atraer a consumidores conscientes.

De igual manera González, (2023), plantea algunos aspectos de calidad de la materia prima que influyen en el producto final y que deben ser considerados:

- **Reputación de la marca:** la consistencia en la calidad de los productos finales fortalece la reputación de la marca y la fidelidad del cliente. Un producto final de alta calidad puede diferenciarse en el mercado y atraer a más consumidores.
- **Expectativas del cliente:** la calidad de las materias primas influye directamente en la calidad del producto final. Materias primas de alta calidad aseguran que el producto final cumpla con los estándares y expectativas del cliente.
- **Estética del producto:** la calidad de las materias primas influye en la presentación visual del producto, como color y textura, factores que son importantes para la percepción del consumidor. Además, los productos elaborados con materias primas de alta calidad tienden a mantener su apariencia durante más tiempo.
- **Rentabilidad:** materias primas de mejor calidad pueden reducir el desperdicio y mejorar los rendimientos durante el procesamiento, lo que puede resultar en menores costos operativos y productos elaborados con un precio más alto en el mercado, lo que puede aumentar la rentabilidad.

- Lealtad del consumidor: la consistencia en la calidad de los productos finales genera confianza en los consumidores, lo que puede traducirse en lealtad a la marca.

En resumen, la calidad de las materias primas no solo afecta el producto final en términos de nutrición y seguridad, sino que también influye en aspectos sensoriales, económicos y sostenibles, todos cruciales para el éxito en la industria alimentaria. Las materias primas en la industria de alimentos pueden ser principalmente de origen vegetal o animal, y son fundamentales para la producción de productos de calidad. Su procesamiento adecuado, que incluye características específicas, pretratamientos y métodos de conservación, es crucial para preservar sus propiedades nutricionales y organolépticas. Entre las principales características de las materias primas incluyen su frescura, contenido nutricional, y ausencia de contaminantes.

Los pretratamientos, como el lavado y la selección, son esenciales para eliminar contaminantes y asegurar la inocuidad del alimento y determinar en gran medida la calidad del producto final. Asimismo, las técnicas de conservación, que van desde la refrigeración hasta la deshidratación, permiten extender la vida útil de los productos y mantener su calidad.

El impacto de la calidad de las materias primas en los productos finales es significativo; unas materias primas de alta calidad se traducen en alimentos más nutritivos y seguros, mejorando la aceptación del consumidor y reduciendo el riesgo de problemas de salud. Por lo tanto, invertir en la selección y manejo adecuado de las materias primas es clave para garantizar la excelencia en la industria alimentaria, contribuyendo no solo a la satisfacción del consumidor, sino también a la sostenibilidad del sector.

Los pretratamientos son pasos preliminares que preparan las materias primas para el procesamiento. Estos pueden incluir la limpieza, el curado, los tratamientos térmicos a altas temperaturas, la irradiación, entre otros, además del acondicionamiento de las materias primas para eliminar impurezas y reducir

la carga microbiana. Estos pasos son esenciales para asegurar que las materias primas estén en las mejores condiciones posibles antes de ser procesadas.

Las materias primas de alta calidad resultan en productos alimenticios con mejores características organolépticas (sabor, textura, aroma) y mayor valor nutricional. Además, el uso de materias primas de calidad reduce la necesidad de aditivos y conservantes, lo que puede mejorar la percepción del consumidor sobre el producto.

Finalmente se puede mencionar que la selección cuidadosa y el manejo adecuado de las materias primas son fundamentales para la producción de alimentos de alta calidad. Los procesos de pretratamiento y conservación juegan un papel crucial en mantener la integridad de las materias primas, mientras que el procesamiento transforma estas materias en productos seguros y atractivos para el consumidor final.

CAPÍTULO 3.

MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

3.1 Introducción

Dentro de las necesidades básicas de los seres humanos, alimentarse es una de ellas que además es parte de esencial para poder cumplir con funciones vitales, que permiten tener salud y bienestar, dentro de la gama de alimentos que permiten cumplir con los requerimientos nutricionales de los seres humanos, se tienen los de origen vegetal y los de origen animal, en el pasado los seres humanos descubrieron técnicas que les permitían mantener la frescura de los alimentos por mucho más tiempo, sin embargo, al igual que las características de nuestros antepasados, las técnicas de conservación han ido evolucionando (Callejo Ramos, 2018).

La importancia de la conservación de alimentos, radica en el hecho de la necesidad de mantener la integridad del producto, desde el punto de vista nutricional como desde el punto de vista organoléptico, con la finalidad de impedir las enfermedades transmitidas por los alimentos conocidas como ETAs. Estas enfermedades se clasifican de acuerdo al agente que las produce, es decir, una ETAs por intoxicación, ocurre cuando el alimento contiene toxinas o venenos que son producidos por bacterias u hongos y que permanecen en el alimento aunque las bacterias o los hongos no estén presentes en el alimento, un ejemplo de esto sería la toxina botulínica, por otro lado, se encuentran las ETAs de infección alimentaria, esta ocurre cuando se ingiere un alimento que contiene cantidades perjudiciales de microorganismos, que pueden ser parásitos, bacterias o virus, ejemplo de una infección sería el consumo de productos que contenga Salmonella, como pollo crudo, huevo crudo, entre otros (Gramajo, 2019).

Para evitar este tipo de enfermedades, existen procedimientos y recursos que se utilizan para elaborar productos y envasarlos con el objetivo de que puedan consumirse en un momento posterior a su preparación y aun así conserven su estabilidad organoléptica y nutricional, lo que ocurre en estos métodos dependiendo de los procedimientos utilizados es que se eliminen los microorganismos presentes en el producto original y la eliminación de sus enzimas, y así se inhiba el desarrollo de los microorganismos presentes en los alimentos, se destruya o inactiven las enzimas y microorganismos capaces de alterar la composición del alimento, para así proteger al producto utilizando envases que actúen como barreras de protección y eviten la recontaminación, además de que protejan al alimento de factores que puedan alterarlo, pudiendo ser químicos, físicos o daños mecánicos (Mora Núñez et al., 2022).

Es importante entender que los alimentos son organismos vivos, es decir, en ellos ocurren una serie de transformaciones a lo largo de su vida útil, que causan la senescencia del producto, si bien los microorganismos pueden causar enfermedades y alteraciones indeseables en los alimentos, también son beneficiosos para elaborar otros tipos de alimentos, como por ejemplo, el pan parte de la acción fermentativa de la levadura y como este existen otros cientos de productos que provienen de la acción de microorganismos beneficiosos para la salud del ser humano, como los probióticos (Chimborazo et al., 2021).

Aunado a esto, como se mencionó anteriormente, los alimentos cuentan con un metabolismo, que no es otra cosa que una serie de reacciones bioquímicas, que son catalizadas por enzimas anabólicas y catabólicas que transforman las sustancias nutritivas para utilizarlas como energía y así mantenerse con vida, ejemplo de estas reacciones son las reacciones de Maillard, en algunos casos convenientes y en otros no ((Inocente-Quiroz et al., 2021).

Además de esto, los productos alimenticios transpiran por lo cual pierden agua en forma de vapor ocurriendo el proceso de deshidratación, otra variable que puede afectar a los alimentos, son los daños fisiológicos, no tienen que ver

con microorganismos, ni lesiones mecánicas, estos ocurren por una degradación tisular y se desarrollan por causas de un ambiente adverso, las temperaturas son las que más afectan a los alimentos, también pueden ocurrir durante el desarrollo o por deficiencias nutritivas (Callejo Ramos, 2018).

Todas estas alteraciones ocasionadas por los factores expuestos, pueden causar dentro del alimento una diferencia de sabor, en el color, en el gusto, en el olor y en la textura, dependiendo de lo que se quiera con el producto final, puede que sea conveniente o no los cambios en el alimento, por ejemplo, uvas pasas, es beneficioso que ocurra un cambio en la textura, el color, el sabor y el olor del producto inicial, pero en duraznos o manzanas estos cambios pueden ser indicativos de un inadecuado tratamiento del producto desde el área de producción hasta la comercialización (Inocente-Quiroz et al., 2021)

A lo largo del presente capítulo se estudiarán los diferentes métodos de conservación entre los que se tienen:

- Métodos de conservación por calor, de los cuales se mencionarán la pasteurización y la esterilización, sus diferencias y aplicaciones en los alimentos.
- Métodos de conservación a bajas temperaturas o por frío, se explicarán la refrigeración y la congelación, sus ventajas y desventajas, así como también los casos en que se utiliza uno u otro método.
- Métodos químicos y biológicos, los aditivos utilizados en los métodos de conservación química y los motivos por los cuales se utilizan, además se explicarán los métodos de conservación biológica, que microorganismos son los más utilizados para la conservación por este método y que alimentos se conservan por esta vía.
- Métodos de conservación emergentes, como las altas presiones, la radiación y el ultrasonido, evaluando las características de cada uno, las ventajas y desventajas de los métodos, así como la funcionalidad de cada uno.

3.2 Conservación por Calor

3.2.1 Pasteurización

Desde que el hombre descubrió la habilidad de hacer fuego, lo ha utilizado en beneficio de la conservación de los alimentos, uno de estos métodos de conservación es conocido como pasteurización, la cual deriva su nombre al científico que descubrió la habilidad que tenía el fuego para destruir los microorganismos, este fue Louis Pasteur, el cual, junto con Claude Bernard, en una de sus investigaciones, demostraron que la acción de calentar líquidos a bajas temperaturas, podía mejorar la conservación de los vinos aumentando el tiempo de almacenamiento de los mismos, el descubrimiento les indico que las bajas temperaturas tenían la capacidad de destruir los agentes de deterioro como los microorganismos, pero que no lograba alterar las características originales del líquido que se estaba procesando. De esta manera llegaron a la conclusión de que el calentamiento de los productos a la temperatura justa, permitía conservar en el tiempo los alimentos y evitaba las enfermedades en las personas (González Urbina, 2023).

Uno de los alimentos en que más se ha desarrollado el tema de la pasteurización, es la leche, entendiendo que este producto en esencia contiene todos los requerimientos nutricionales necesarios para que los microorganismos puedan proliferarse, en este sentido, la pasteurización tiene como propósito ser el tratamiento térmico que garantice la destrucción de los microorganismos patógenos que se encuentran en la leche y en todos los productos lácteos líquidos, con la finalidad de que no se conviertan en fuente de riesgo significativo para salud pública. Aunado a esto, el proceso de pasteurización debe garantizar que no ocurra una alteración de las propiedades nutricionales, sensoriales y físicas del producto original. Para poder identificar si un producto lácteo ha pasado por un buen proceso de pasteurización, solo se requiere llevar a cabo la prueba de la fosfatasa alcalina, si el resultado de la reacción es negativo, indica que el proceso se ha aplicado adecuadamente, sin embargo, el resultado negativo de la prueba de fosfatasa, no indica si la leche ha sido contaminada

nuevamente, por lo cual, es una herramienta de control, más no de aseguramiento de que la leche no ha sido contaminada (Lagares, 2016).

La evolución de los métodos de pasteurización ha hecho que se haga una diferenciación en la definición, por lo cual, la pasteurización que normalmente se conoce, es nombrada como pasteurización convencional, que es la que ocurre por un intercambio de calor entre el vapor de agua utilizado como medio de calentamiento y el producto, además de esto, la eficiencia del método va a depender del diseño del pasteurizador y de las opciones en cuanto a la tecnología se refiere, un ejemplo de un pasteurizador convencional, es el pasteurizador de túnel, el cual depende de otras variables para garantizar la inocuidad del producto, entre ellas se menciona que este tipo de pasteurizador, el producto ya se encuentra en su envase de comercialización, por lo cual, es necesario garantizar que el envase se encuentre estéril, es decir, sin carga microbiana, antes de introducir el producto, para ello, se aplica un lavado de los envases antes de llevarlos a llenar, lo que además inserta otra variable de higienización, garantizando que el líquido con el cual se lavan los envases, no reaccione negativamente y que este sea inocuo para el producto, luego de asegurar todas estas variables, se pasa el producto ya envasado por el túnel de pasteurización en el que los productos se colocan en una banda transportadora que pasa a lo largo del túnel a una velocidad y tiempo determinado que se encuentra estandarizado por las dimensiones del túnel, este tiempo, velocidad y la temperatura del vapor que pasa por el túnel, deben asegurar que se eliminen todos los microorganismos perjudiciales para la salud del ser humano (Bernal, O., 2022).

En este mismo sentido, Llanos Huaracallo & Arias Huanacuni, (2019), indican que el proceso de pasteurización debe llevarse a cabo tomando en cuenta todas las variables que este implica, como lo son el producto principalmente, entendiendo que los alimentos tienen diferentes características, en relación a la forma, la densidad, la carga bacteriana y el tipo de bacterias, el tiempo de aplicación del proceso, considerando que no todos los microorganismos

requieren el mismo tiempo de exposición dentro de los equipos de pasteurización, además un tiempo mayor, puede causar daños irreversibles en la composición del alimento a procesar y por último pero no menos importante es la temperatura, entendiendo que esta será el factor decisivo para que el microorganismo muera durante el proceso, la combinación perfecta de estas variables, será la clave de un adecuado proceso de pasteurización.

3.2.2 Esterilización

El método de conservación por esterilización, utiliza el mismo principio de la pasteurización, su diferencia radica que en el proceso, se eliminan toda la carga bacteriana del producto, mientras que en la pasteurización solo se elimina la carga patógena quedando la carga banal, aunado a esto, el proceso de esterilización las altas temperaturas y el tiempo más prolongado, puede llegar a eliminar algunas vitaminas como las del grupo B y la vitamina C, por lo cual, deben ser restituidas a la hora de envasar el producto. Otro cambio importante que ocurre en el alimento durante el proceso de esterilización, es que se dé un cambio de sabor o color en el mismo.

El proceso cuenta con tres fases, la primera es la de calentamiento, lo que ocurre es que tanto el medio de esterilización como el producto, van aumentando la temperatura gradualmente desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de esterilización, la segunda fase, es el proceso de esterilización como tal, aquí es importante mantener la temperatura estable por el tiempo que requiera la esterilización para poder asegurar la muerte de toda la carga bacteriana del alimento, finalmente se llega a la fase de enfriamiento, en el cual, dependiendo de las características del envase o del producto, se hace pasar el mismo por una ducha fría para cortar el proceso de calentamiento y cocción del alimento (Concha & Ferrer Pérez, 2019).

3.3 Conservación por Frío

3.3.1 Refrigeración

Para que ocurra el proceso de refrigeración, el cual es un tratamiento físico con el que se mantiene un alimento o un producto en condiciones adecuadas de temperaturas, cuyo objetivo es inactivar o disminuir la actividad microbiana, es decir, la reproducción de los microorganismos, se requiere reducir la energía térmica del cuerpo que se refrigera, además de la inactivación de los microorganismos también impide que se desarrollen reacciones químicas no deseadas en el alimento y que a temperatura ambiente tienen lugar y deterioran el alimento (Gramajo, 2019).

Como se ha mencionado anteriormente, existe una variedad de productos alimenticios y todos deben ser tratados de manera diferente para poder ser aprovechados, en este sentido, existen productos que por su naturaleza, no puede ser tratados por altas temperaturas antes de que lleguen al consumidor, una de las características de estos productos es que tiene un alto contenido de agua, donde la actividad de agua de los mismos se encuentra por encima de 0,85, además de esto el pH de ellos es mayor a los 4,6, estos alimentos deben ser conservados a temperaturas menores a los 40°F, en este grupo de alimentos, se encuentran las carnes de aves, de res, la leche, que aunque puede ser sometida a procesos de pasteurización luego debe mantenerse a bajas temperaturas para que pueda mantener la calidad organoléptica y nutricional, los mariscos, pescados, salsas sin proceso de cocción, entre otros, todos estos productos poseen una vida útil limitada dentro de los anaqueles, entendiendo que el proceso de refrigeración solo retrasa el crecimiento bacteriano, más no lo impide (Robles et al., 2023).

Las temperaturas de refrigeración, por lo general se encuentran entre -1 °C y 8°C, con estos valores, se consigue mantener el valor nutricional y las características organolépticas de los alimentos antes de ser llevados al proceso de refrigeración, esta particularidad permite que los consumidores cataloguen a los productos refrigerados como alimentos saludables. Aunque la refrigeración

no elimine la carga microbiana, si se ha demostrado que se ralentice el crecimiento de los mismos, entendiéndose que los microorganismos termófilos como el Clostridium y los Bacillos, crecen a temperaturas por encima de los 45 °C, por el otro extremo, se tienen a los hongos, algas y ciertos mesófilos que crecen mejor a temperaturas entre los -5 y -7°C. Es necesario tener en cuenta que el comportamiento del producto durante la refrigeración, va a depender de varios factores, como, por ejemplo, el tamaño del producto, su forma, la parte que se ha llevado a refrigeración, el tratamiento previo a la refrigeración como el transporte, el tiempo fisiológico de cosecha, entre otros factores que inciden en la preservación del alimento (Arias-Giraldo et al., 2019a).

3.3.2 Congelación

Llevar a los alimentos a su punto de congelación, por debajo de los cero grados centígrados, hace que parte del agua del mismo se convierta en hielo y esta solidificación, permite que el alimento se deseeque, contribuyendo de manera significativa a la conservación del alimento evitando posibles riesgos para la salud de los seres humanos. Al igual que la refrigeración el método de conservación por congelación, es el método que menos alteraciones produce dentro del alimento, por lo cual, luego de llegar a temperatura ambiente, este se comporta de manera similar a un producto fresco. Por otra parte, el agua presente en el alimento, no se solidifica toda en el proceso de congelación, sin embargo, la actividad de agua cuando el producto está congelado es muy baja, esta agua no forma cristales, debido a que se encuentra muy unida a la estructura molecular del alimento, representa entre un 5 y 10 % de la masa total del agua que se encuentra al alimento y se le conoce como agua ligada (Umaña Cerros, 2007).

El método de conservación de alimentos por congelación, permite conservar los alimentos a largo plazo con una pérdida mínima o casi nula de los nutrientes del alimento, se entiende que al igual de la refrigeración esta no elimina los microorganismos, solo retrasa la reproducción de los mismos, para llegar a retrasar este proceso de crecimiento de los microorganismos, se debe mantener

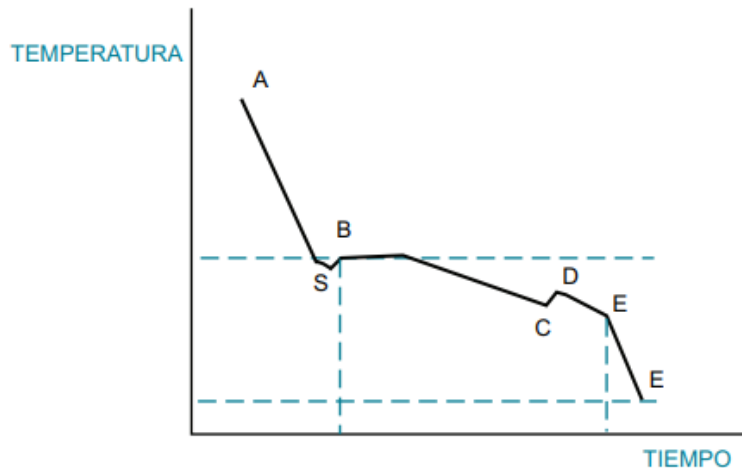
al alimento a una temperatura menor a los -18°C , que es la temperatura en la cual el alimento empieza a congelarse. Lo que ocurre en el proceso de congelación se puede decir que ocurre dos cambios, el primer cambio es llevar el producto a su punto de congelación, esto se denomina calor sensible, para que pase al calor latente, que es donde el agua pasa a su estado de congelación convirtiéndose en hielo y así se disminuye la temperatura interna del alimento, el agua al convertirse en hielo, reestructura sus moléculas y las ordena, cuando esto ocurre, se puede ver perjudicada la calidad del producto, porque este orden tiende a romper las estructuras de los alimentos (Reyes Chávez, 2022).

El proceso de congelación, ocurre en tres fases estas fases se conocen como la curva de congelación, la cual representa gráficamente el curso típico de la congelación del alimento, es comprensible que la curva varíe de acuerdo a varios factores, como el método utilizado para la congelación, la composición química del alimento, las propiedades físicas del alimento, la forma del alimento, el tamaño o volumen a congelar y si el producto esta envasado o no, en caso de contar con envase, este influye en la curva al causar resistencia.

Sin embargo, se puede utilizar el agua como ejemplo para describir la curva de congelación, en la primera etapa, el producto se refrigera, la temperatura del mismo desciende de manera rápida hasta la temperatura crioscópica (temperatura de congelación), en esta etapa no hay cambio de estado, es común que a esta etapa se le conozca como zona de preenfriamiento. La segunda etapa, se produce un cambio gradual de estado, la curva adquiere una condición isotérmica, luego ocurre la tercera etapa, donde el agua se convierte totalmente en hielo y desciende la temperatura gradualmente, esta etapa se conoce como período de templado, el comportamiento en los alimentos es muy claro, la conversión de parte del agua en hielo, hace que la concentración de diversas sales aumenten el agua líquida remanente y luego se produce el descenso del punto de congelación (Velázquez, 2011). En la siguiente figura se muestra la curva de congelación.

Figura 5.

Curva de congelación.



Nota: Tomado de Umaña, E., (2007)

Como se mencionó anteriormente, la calidad del producto congelado puede variar, esta variación, se debe a dos factores importantes que determinan las características finales del producto, estos son la velocidad del proceso y la temperatura del mismo, esto es por lo siguiente, cuando la congelación ocurre de manera lenta, el agua que se encuentra dentro del alimento forma grandes masas de hielo, generando espacios extracelulares muy grandes, causando deterioro en la textura y una pérdida abundante de agua del alimento una vez que este se descongela, por el contrario, cuando el proceso es rápido, los cristales de agua formados extracelularmente, son pequeños porque todos se forman casi de manera simultánea y al momento de descongelar el producto, la pérdida de agua en el mismo es mínima, en relación a la temperatura, si el producto se congela por debajo de los 70°C, es posible conseguir que el agua ligada a la estructura molecular del alimento llegue a congelarse, teniendo casi el 100% de agua del producto a temperatura de congelación (Arias-Giraldo et al., 2019).

3.4 Métodos Químicos y Biológicos

3.4.1 Aditivos

Los aditivos, como método de conservación de alimentos, han sido utilizados por el hombre desde la antigüedad, estos permiten mantener la inocuidad del alimento desde el punto de vista microbiano y desde el punto de vista químico, entendiendo que, en ambos casos, se desacelera los procesos de degradación al evitar el crecimiento de microorganismos y al evitar las reacciones químicas que deterioran los alimentos. Dentro de los principales compuestos químicos utilizados como aditivos para conservar los alimentos, se tienen el humo y la sal, en la actualidad, se utilizan diferentes sustancias orgánicas e inorgánicas que son incorporadas a los alimentos que permiten preservar la vida del mismo.

A pesar de que los aditivos funcionan en pro de la preservación de los alimentos, existe una normativa que indica las cantidades máximas y mínimas que pueden ser utilizadas en la formulación de los alimentos, entendiendo que hay ciertos aditivos que pueden ser perjudiciales para la salud, por ejemplo, la sal en exceso puede causar riesgo de enfermedades cardiológicas, aunado a esto, no todos los alimentos pueden contener aditivos, existen una serie de restricciones en varios alimentos, como por ejemplo, en los alimentos para niños en los que la norma establece la total prohibición de la adición de este tipo de sustancias, considerando que los niños no pueden procesar adecuadamente algunas de ellas.

3.4.2 Fermentación

Este método de conservación de alimentos, se considera como el más antiguo utilizados por el ser humano, la cual, ha ido evolucionando y adaptándose a las nuevas costumbres que desarrolla el hombre, esta no solo se orienta a la conservación de alimentos perecederos como la leche, los cereales o la carne, sino que también ha permitido desarrollar nuevos productos, gracias a la acción de los microorganismos que provocan modificaciones en los alimentos de manera controlada, gracias a esto, se estima que en el mundo

existen más de 3500 productos originados por la fermentación, muchos de ellos tradicionales para las zonas donde se elaboran, además de esto, la industria de productos lácteos fermentados se posiciona como la segunda industria a nivel mundial después de la industria de producción de alcohol (Andreu & Saavedra-Coutado, 2022).

El método de conservación de alimentos por fermentación, no tiene como único objetivo alargar la vida útil del alimento, sino que aparte de preservar el alimento por la acción del ácido láctico, el ácido acético, la producción de alcohol que suprimen el crecimiento de los microorganismos, enriquece la dieta de los seres humanos, debido a que el resultado del proceso da en algunos de los productos un mejoramiento nutricional de los mismo, aumentando la digestibilidad de las proteínas, incrementando las vitaminas del alimento, se obtienen aminoácidos esenciales y los ácidos grasos, además de que la fermentación puede mejorar la textura, el sabor, la palatabilidad de alimento y el aroma del mismo.

A pesar de ser un método relativamente sencillo y fácil de aplicar, la conservación de alimentos por medio de la fermentación depende de varios factores para que se considere un método seguro, entre los cuales se mencionan, la carga bacteriana inicial del producto a fermentar, la concentración de los sustratos dentro del alimento, la higiene durante el proceso de fermentación, la temperatura del medio, entendiendo que al ser microorganismos estos dependen de una temperatura específica para actuar, el tiempo de procesamiento de la fermentación, la calidad del cultivo iniciador, la acidificación del medio, entre otros factores, por lo cual, un proceso de fermentación llevado de manera inadecuada, no está exento de contaminación con microorganismos patógenos, por lo que se recomienda contar con las normas de seguridad e higiene para la elaboración de este tipo de productos, tanto a nivel industrial como a nivel artesanal (Mejía Chávez & Ramírez Pablo, 2020).

Dentro del grupo de microorganismos capaces de fermentar los alimentos y mejorar la características nutricionales y organolépticas de los mismos, se tienen, las bacterias lácticas, la característica principal de este tipo de microorganismo es que tiene la capacidad de producir ácido láctico, los hongos, los cuales gracias a las diversas actividades bioquímicas que llevan a cabo, pueden transformar de manera beneficiosa sustratos que no tienen un gran valor alimenticio, en otro sustrato de gran valor, de agradable aroma y sabor, incluso en condimentos y las bacterias acéticas, como su nombre lo indica, estos son los microorganismos que son capaces de oxidar el etanol, para transformarlo en ácido acético. La cantidad de alimentos que se consiguen utilizando este tipo de método de conservación son muy variados, entre ellos se tienen, con microorganismos vivos, el yogur, el kéfir, entre otros, con microorganismos no vivos, la cerveza, el chocolate, quesos, vino, el pan, cada uno de ellos, tiene importancia en la dieta de los seres humanos.

3.5 Tecnologías Emergentes de Conservación

3.5.1 Altas Presiones

La industria de los alimentos, es una industria dinámica, esto significa que se encuentra en constante movimiento y evolución de los procesos, parte de esta evolución, está relacionada con nuevas y mejores técnicas de conservación de alimentos entre ellas se encuentran las altas presiones hidrostática, en la que la combinación de la presión y las altas temperaturas, con lo que se busca es eliminar los factores de riesgo que deterioran los alimentos, como los microorganismos y las enzimas, entendiéndose que es una tecnología que incrementa la seguridad, ya sea la preservación de los alimentos o en condiciones de bajas temperaturas, en refrigeración, o temperaturas elevadas, como en los otros métodos de conservación, las presiones hidrostáticas, requieren del cumplimiento de algunas variables de operación, como por ejemplo, las características del alimento, el pH de la solución a trabajar, las bacterias comunes dentro del alimento, entre otras variables a manejar. Por otro lado, se tiene que este tipo de tratamiento, cuenta con varias ventajas con respecto a otros métodos, como, por ejemplo, la asequibilidad de los productos procesados, la calidad del alimento procesado al mantenerse mejor las

propiedades organolépticas, el tiempo de procesamiento es menor, entre otras (Sandoval-Salas et al., 2022).

El mecanismo para el funcionamiento de las presiones hidrostáticas es sencillo y su operación es fácil, lo que ocurre es que el alimento en su envase final, se introduce en el equipo, donde se encuentra un medio transmisor, que por lo general es agua y se aplica la presión, es decir, se presuriza, el tiempo de la presurización, va a depender de las características que se mencionaron anteriormente, asegurando que se eliminen todos los microorganismos y enzimas causantes del deterioro, el tratamiento se realiza con el envasado final, con la intención de evitar la contaminación del producto luego de tratado, es importante destacar que este tratamiento se puede aplicar en alimentos sólidos y líquidos (Caballero-Figueroa et al., 2022).

Dentro de los efectos que causa la presión hidrostática dentro del alimento, de acuerdo con la investigación de Fernández, M. (2020) se tiene:

- MPa > 200, hay una influencia sobre la cinética enzimática, además de que se modifican las propiedades físicas de las proteínas, en relación a los microorganismos, se altera la membrana de los mismos.
- MPa > 300, ocurre una inactivación irreversible de las enzimas y la muerte de los microorganismos.
- MPa > 400, a esta presión, se gelifican los almidones, además de que se desnaturalizan las proteínas.
- MPa > 500, ocurre la muerte de las esporas de las bacterias.

Considerando que los productos se someten a las presiones dentro de los envases de comercialización, estos deben tener unas características muy específicas, entre las que se mencionan (Lisintuña Toapanta, 2022):

- Flexibles y deformables, es decir, deben tolerar las reducciones de volumen hasta por lo menos un 15%, además de permitir la evacuación de los gases del interior, con lo que se mejorará la presurización.

- El plástico debe tener una alta durabilidad, se menciona el plástico entendiéndose que es uno de los materiales más utilizados dentro de la industria de alimentos.
- Debe ser capaz de volver a su forma original, sin presentar ningún tipo de deterioro como roturas o agrietamientos después de aplicado el tratamiento. Entre las recomendaciones de plásticos se tiene el Polipropileno, Polietileno de alta densidad y el Polietileno tereftalato.
- El sellado del envase antes de la aplicación del tratamiento debe ser óptimo, seguro y capaz de resistir el desgarre, por otra parte, debe ser de fácil desprendimiento para el consumidor.
- En relación al espacio entre la superficie y el nivel del producto debe ser mínimo, si se quiere un óptimo rendimiento del producto, cuando se tiene una distancia muy grande, se puede agrietar el envase del producto, la recomendación es que el envase se llene al 90% de su capacidad, esto reduce el espacio de cabeza.
- La forma del envase también es un factor determinante en la optimización del tratamiento y el uso del equipo, en este sentido, muchas empresas han optado por diseñar sus propios envases en forma hexagonal, para maximizar el espacio en el equipo.

3.5.2 Radiación

El método de conservación de alimentos utilizando la radiación, ha sido uno de los métodos más cuestionados dentro de la industria alimentaria, sin embargo, es un método bastante estudiado y con grandes beneficios para la industria, una de las técnicas utiliza rayos gamma que es un tipo de radiación electromagnética, el cual, se forma por paquetes de energía de fotones, es el más utilizado, gracias a la capacidad de penetración de los rayos en la materia, es un método de conservación no térmico que no deja residuos y se utiliza en la agricultura para inactivar a los microorganismos, gracias a la capacidad de romper la doble hélice del ADN y la capacidad de inducir la producción de oxígeno gracias a las sustancias reactivas, provocando cambios en los componentes moleculares, en el mecanismo de defensa del microorganismo y en la estructuras celulares del microorganismo, de esta manera es que se logra

la conservación del alimento por tiempos más prolongados con este método, además de esto, no se requieren altas dosis de radiación, entendiendo que los microorganismos son sensibles a la misma (Balvoa-Caguana et al., 2021).

Respecto a la seguridad del uso de las radiaciones en los alimentos, la Organización Mundial de la Salud, indicó que los alimentos que son tratados bajo este método no presentan niveles medibles de radiactividad, incluso los niveles no son mayores que los que presenta un alimento sin irradiar, a eso se suma la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), avalan los beneficios y la inocuidad de los alimentos, entre las aplicaciones de esta metodología son inhibir la brotación de bulbos, raíces y tubérculos, además de esterilizar insectos con lo cual se evita la propagación a otros países donde se exportan los productos sobre todo en el caso de los granos, las frutas y las hortalizas. Otra aplicación muy útil de la radiación, está relacionada con el retardo de la madurez de las frutas y el envejecimiento de algunos productos como los champiñones y espárragos (OMS, 1995).

Aunado a esto, la irradiación de los alimentos se realiza por tiempo controlado en cantidades controladas de irradiación, logrando una mejor conservación del alimento, sin cambiar sus propiedades, esto permite minimizar las pérdidas económicas causadas por el deterioro reduciendo el riesgo de enfermedades de transmisión alimentaria, en Latinoamérica, Argentina es pionera en la aplicación y el estudio de la radiación en alimentos, incluso, se han apoyado en la inocuidad de estos alimentos como beneficiosos en el caso de pacientes inmunosuprimidos, como los pacientes con SIDA, con cáncer, trasplantados, personas de la tercera edad, donde la alimentación es complicada, delicada y debe contar con ciertos parámetros de inocuidad para evitar complicaciones a las enfermedades presentes en los pacientes (Cova, 2020).

3.5.3 Ultrasonidos

El método de conservación de alimentos utilizando ultrasonidos, está basado en que la generación de ondas ultrasónicas realizan una deformación elástica de los materiales ferro eléctricos, donde exista un campo de alta frecuencia y que

es causada por la mutua atracción de moléculas polarizadas en el campo eléctrico, en este sentido, para que ocurra la polarización de las moléculas, es necesario que la frecuencia alterna se transmita al material ferro eléctrico utilizando dos electrodos y luego esto se convierte en oscilación mecánica, para que finalmente el sonido se transmita al amplificador y este al medio. La frecuencia que utilizan las ondas de sonido se encuentra en un rango de 20 – 100 kHz, donde la baja intensidad de la frecuencia, no logra ninguna modificación en el medio donde se aplica, a diferencia de las altas intensidades, que si logran cambios permanentes (Lisintuña Toapanta, 2022).

Este método de conservación de alimentos, ha sido utilizada en una infinidad de investigaciones dentro de la industria alimentaria, el interés de ello radica en que su aplicación es práctica si se utiliza un equipo seguro, pero sobre todo considerando que es una técnica ambientalmente sustentable. Para llevar a cabo la aplicación de este método, se pueden utilizar una de estas tres variantes, acoplada a un dispositivo, de aplicación directa o sumergiendo el producto a conservar en un baño electrónico. Uno de los inconvenientes del método, es que tiene un efecto limitado sobre los microorganismos y las enzimas que puedan alterar la condición de los alimentos, por lo cual, se ha recomendado la aplicación de métodos combinados, por ejemplo, aplicación térmica suave, con temperaturas por debajo de los 100°C y ultrasonido, incremento de la presión por debajo de los 600 MPa y el ultrasonido, incluso, existen estudio que indican que la combinación de tres métodos puede resultar mucho más efectiva para la inactivación de enzimas (Robles-Ozuna & Ochoa-Martínez, 2012).

La aplicación del ultrasonido, tiene otros propósitos en la industria alimentaria, como por ejemplo, en la industria de pescado, se utiliza para estimar la cantidad de proteína y de humedad en los mismos, en jamones para evaluar y caracterizar las grasas, en mezclas de carne cruda, para determinar humedad, contenido graso y el contenido proteico, en la industria láctea se utiliza para determinar la contaminación microbiana, teniendo en cuenta que el crecimiento microbiano es capaz de alterar los parámetros del ultrasonido, también en esta industria se

utiliza para determinar el grado de cuajado en el queso, por la misma razón el cambio de fase de líquido a sólido provoca una diferencia en el parámetro del ultrasonido y así como estos ejemplo, se aplica el ultrasonido en la industria de alimentos (Mengod Bautista, 2020).

Como se pudo mencionar en párrafos anteriores existe una variedad extensa de métodos de conservación de alimentos, cada uno de ellos se utiliza dependiendo de las necesidades que se requieran del alimento y que tan o menos modificado se requiera la estructura inicial del producto para luego ser procesado o consumido directamente del empaque.

Otro factor que se pudo determinar con la investigación, es que cada uno de los métodos depende de las características del alimento y como llega la materia prima al proceso de conservación, es decir, no es lo mismo que un producto lácteo llegue a planta con una temperatura superior a los 10°C que llegue a planta de pasteurización con una temperatura menor o igual a los 4°C, entendiendo que los microorganismos se reproducen mejor a medida que aumenta la temperatura del producto.

Por otra parte, se logró identificar cuáles son los métodos que eliminan por completo la flora bacteriana de los alimentos y cuáles son los que solamente ralentizan su crecimiento en el tiempo, como, por ejemplo, la refrigeración ralentiza el proceso, mientras que la esterilización los elimina por completo. Además de esto, hay alimentos que permiten y requieren del crecimiento de microorganismos como parte de la elaboración del alimento como por ejemplo la fermentación, la cual en ciertos alimentos es beneficiosa para el ser humano, como, por ejemplo, los alimentos probióticos.

En relación a las tecnologías emergentes cada una de ellas aporta una nueva perspectiva de los tratamientos de conservación de alimentos, va a depender de la capacidad de las empresas de instalar y actualizar los procesos nuevos

dependiendo de las consecuencias futuras que puedan traer para la salud del ser humano.

CAPÍTULO 4.

TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

4.1 Introducción

La tecnología del procesamiento de los alimentos, no es una actividad, ni una ciencia reciente, desde tiempos remotos el hombre ha buscado la mejor manera de conservar los alimentos, aplicando diferentes técnicas de procesamiento, que les ha permitido descubrir las diferentes y mejores condiciones para la preservación de los mismos, entre los ejemplos que se mencionan, se tienen el uso del hielo por parte de los vikingos para conservar los alimentos o el uso de sal y vinagre por parte de los romanos, además de la técnica del ahumado tiene registro de aplicación en la Europa medieval (Vázquez & García, 2020).

Como ciencia, la tecnología de procesamiento de alimentos se apoya en otras ciencias como la física, la biología y la química, a partir de las que se estudian la naturaleza de los alimentos, los factores que causan el deterioro de los mismos y los principios básicos de cómo deben ser procesados para asegurar la calidad tanto organoléptica como nutricional, además esta estudia la reutilización de los subproductos generados por la industria durante el procesamiento, así como la inocuidad de los mismos (Fellows, 2018).

En este sentido, la tecnología de los alimentos, es la ciencia que se encarga de los mismos, desde la composición, las propiedades y el comportamiento de los alimentos no solo en el lugar de producción, sino hasta en los lugares de distribución y venta, esto comprendiendo que los alimentos son una materia prima compleja, desde el punto de vista biológico y químico, por ello, los científicos y los técnicos que se encargan de los procesamientos, deben asegurar que sean nutritivos, sanos y con la calidad exigida no solo por los estándares de producción y las exigencias de los consumidores, con esto en mente, los técnicos en procesamiento pueden establecer como se puede

conservar mejor el alimento, si a través de métodos de conservación por calor, por deshidratación o por cualquier otro método que convenga de acuerdo a las características de la materia prima (Vázquez, A. & García, R., 2020).

La importancia de la opinión de los consumidores es fundamental para la industria alimentaria, tanto así que existe una variedad de alimentos que se han desarrollado específicamente para consumidores que tienen complicaciones alimentarias y requieren ciertas consistencias y texturas para poder alimentarse sin sacrificar la calidad nutricional, ni las características organolépticas, ni la inocuidad de los alimentos, aunado a esto, estos productos son fáciles de utilizar, servir y preparar, resultando una alternativa práctica y viable para las personas que no pueden preparar sus alimentos solos (Velasco, C. & García, P., 2014).

Por otra parte, el sector de la industria alimentaria, en los últimos años ha tenido un desarrollo vertiginoso, esto gracias a la globalización, las preferencias alimentarias y los cambios en los patrones de consumo, donde la calidad, la inocuidad, el valor y aporte nutricional real del alimento, se han convertido en parte importante del conocimiento de los consumidores, por lo que la industria alimentaria, está optando por el desarrollo de alimentos más saludables (Cedeño, X. et al., 2023).

Aunado a esto, se tiene el crecimiento de la población, la cual conlleva de manera directamente proporcional al aumento de residuos producidos por la industria alimentaria, en vista de esto, la empresa busca optimizar los procesos de transformación alimentaria, con la intención de reducir el consumo de recursos, energía y así minimizar el impacto ambiental, donde actualmente se está evidenciando con mayor fuerza los estragos dentro de los diferentes ecosistemas del medio ambiente (Velasco & García-Peris, 2014b).

Además, la industria alimentaria y la tecnología utilizada para llevar a cabo la transformación de la materia prima, se encuentra en constante vigilancia, al ser

una de las empresas con mayor producción de gases de efecto invernadero, se ha llegado a totalizar que el 40% de los productos de la industria alimentaria no son consumidos, otro 17% de la comida que compra el consumidor, se transforma en basura, esto indica que el 10% de los gases de efecto invernadero, son producto del desperdicio de alimentos procesados no consumidos (Cedeño, X. et al., 2023).

Uno de los grandes retos que debe asumir la industria alimentaria, es la posibilidad de modificar la dinámica del sector agroalimentario, con el objetivo de poder resolver problemas de producción de alimentos a nivel mundial, esta dinámica, ha hecho que en partes del mundo se desperdicie comida, mientras que en otras existen niveles de malnutrición alarmantes, además de que las condiciones de producción de alimentos en alguno sectores mundiales no son tan rigurosos en el uso de pesticidas, teniendo entonces poblaciones que consumen alimentos con rastros de estos, provocando enfermedades y mutaciones, además de daños irreversibles a la naturaleza (Camacho, J., 2023).

A lo largo de este capítulo, se desarrollarán las diferentes tecnologías de procesamiento de alimentos, entre las que se mencionan:

- Procesamiento térmico y no térmico de los alimentos, evaluando las diferencias entre ambos tipos de procesamientos y cuál de ellas está tomando mayor peso en la actualidad.
- Extracción y concentración de componentes alimentarios, de acuerdo a la importancia de estos componentes.
- Técnicas de secado y deshidratación, teniendo en cuenta las diferencias entre el uso de una tecnología u otra dependiendo del alimento.
- Procesos de Emulsificación y Encapsulación, tomando en cuenta las diferencias de los procesos y las características de tomar en cuenta uno u otro proceso.

Todas estas tecnologías permiten conservar los alimentos, en algunos casos, permiten potenciar las bondades del alimento en estado natural, por lo cual, es importante estudiar cada una de ellas y establecer adecuadamente que se quiere

conseguir con el alimento y las características del cliente a quien se dirige el producto final.

4.2 Procesamiento Térmico y No Térmico

A pesar de que fue en 1810 cuando Nicolás Appert propuso el procesamiento térmico para la conservación de los alimentos, este método sigue siendo muy utilizado hoy en día, sin importar los nuevos métodos de procesamiento como, por ejemplo, la irradiación, la presión hidrostática, el ultrasonido, entre otras. En la industria alimentaria se pueden conseguir dos métodos convencionales de tratamientos térmicos, el primero es el aséptico, en el cual, el producto es esterilizado antes de ser envasado y el segundo tratamiento consiste en envasar el alimento para luego ser esterilizado.

Dentro de los procesos industriales, los tratamientos térmicos de alimentos, son los de mayor consumo energético, además de requerir una alta inversión de capital, llega a representar entre el 10 y el 15 % de la manufactura total, esta es la razón por la cual, las investigaciones para reducir los costos de producción y optimizar el proceso minimizando el recurso energético, además de aumentar la calidad nutricional de los alimentos, sigan abiertas, buscando alternativas que simplifiquen todos estos factores, manteniendo siempre el objetivo del procesamiento térmico, que es procesar alimentos de manera segura, cumpliendo los más altos estándares de calidad, con un precio asequible al consumidos (López, F. et al., 2016).

El inconveniente con los tratamientos térmicos, radica en que las temperaturas llegan a destruir parte de la calidad nutricional del producto, estas temperaturas que no se pueden disminuir, porque de lo contrario, no logran el objetivo de inactivar a los microorganismos presentes en los alimentos. Las temperaturas del tratamiento, logran destruir parte de la calidad nutricional del alimento, esto se debe a que se eliminan ciertas vitaminas que poseen características termolábiles, como por ejemplo la tiamina, en algunos casos, cuando no se tiene cuidado se oxidan los lípidos de los alimentos generando un

desagradable sabor en el mismo, además el calor tiene un efecto perjudicial en las proteínas, siendo esta otra razón para investigar alternativas que comprometan en menor medida la calidad nutricional y organoléptica del alimento (Singh & Ramaswamy, 2015).

En este sentido, se entiende que la optimización de los procesos térmicos de alimentos, se debe realizar adecuando las temperaturas y el tiempo para no abusar del procesamiento y evitar los daños nutricionales, asegurar la destrucción de microorganismos y conservar las características organolépticas, por ello, el tratamiento térmico adecuado depende de varios factores, como, por ejemplo el pH, la estabilidad que se requiere, el estado físico del producto, es decir, si es sólido, líquido, cremoso o es una combinación de líquido con sólido, que es el caso de algunas frutas en almíbar y a su vez que tan susceptible es el producto al deterioro (Lespinard, 2010).

Además de esto, existen otros factores que influyen en la penetración del calor en el alimento, unos dependen del envase, entre los que se tiene, el material del mismo, la conductividad y el grosor del material del envase, esto aumenta o disminuye la velocidad en que penetra el calor al producto y el tiempo en que tarda en llegar el calor al punto frío del producto. Otro factor que depende del envase es la forma, la superficie del mismo puede acelerar o desacelerar el tiempo de procesamiento. Un factor que se asocia al proceso, es la agitación del envase, cuando el producto es agitado durante el proceso, esto permite que la transferencia de calor sea mucho más rápida para llegar al punto frío del producto, esto también va a depender de la cantidad de espacio de cabeza que se haya dejado y de la velocidad de la agitación. Existen otros factores como el medio de calentamiento, porque son diferentes los coeficientes de transferencia de calor, entre el agua, el vapor o la combinación de ambos (Holdsworth & Simpson, 2016).

Como se pudo observar, una de las preocupaciones de los tratamientos térmicos es el deterioro de los alimentos a nivel nutricional y organoléptico, en

este sentido la industria alimentaria, se ha visto en la necesidad de generar alternativas que permitan satisfacer las necesidades y exigencias de los clientes actuales, los cuales se enfocan en la calidad nutricional del alimento a un bajo costo, con procesamientos inocuos para la salud y la estabilidad de los alimentos, en vista de esto se han desarrollado una variedad de tecnologías que permiten conseguir estos objetivos, entre ellos se puede mencionar, el uso de plasma frío, los cuales se generan a partir de la aplicación de un campo eléctrico o electromagnético a un gas, donde los electrones libre absorben la energía del campo, produciendo la aceleración de los electrones lo que ocasiona que las energías se eleven de tal manera que ionizan las moléculas o los átomos del gas ocasionando una colisión, liberando así más electrones y se cumple de nuevo el ciclo de liberación de electrones con nuevas ionizaciones (Solenó Wilches, 2015).

Con este tipo de tecnologías, los tratamientos son cortos, además se logra la reducción de los microorganismos patógenos en más de 5 reducciones logarítmicas, incluso se reducen la carga de microorganismos esporulados, en tiempo que varían entre los 30 segundos hasta los dos minutos de tratamiento, aunado a esto, esta alternativa no térmica, resulta muy beneficiosa para el medio ambiente, porque reduce drásticamente el uso de agua, agentes químicos, disminuye la cantidad de efluentes, siendo una alternativa muy práctica para productos sensibles al calor, bien sea frescos o procesados, resultando una alternativa económica para la industria alimentaria. Por otro lado, la aplicación de este método puede ser utilizada de manera directa o indirecta, dependiendo del tipo de producto, sin embargo, la aplicación directa produce una inactivación mucho más rápida de las enzimas y microorganismos que en la aplicación indirecta (Surowsky et al., 2014).

Otra técnica no térmica de tratamiento de alimentos, es la Luz Blanca de Alta Intensidad, esta técnica se utiliza para descontaminar superficies, eliminando los microorganismos utilizando pulsos cortos de tiempo, de alta intensidad y amplio espectro, con luz UV-C, la tecnología detrás de esta técnica, multiplica la potencia de la luz, su uso se enfoca en la eliminación de microorganismos patógenos y alterantes sin afectar la calidad de los alimentos que se tratan por

medio de esta técnica, entre los alimentos que se han tratado con éxito se encuentran, pollo, carne, salchichas, pescado, frutas y hortalizas (Ramos-Villarroel et al., 2013).

Existen otras alternativas al procesamiento no térmico de alimentos, entre ellas se mencionan la alta presión hidrostática y la irradiación, ambas se utilizan en diferentes procesos y en muchas partes del mundo, los equipos de alta presión se pueden conseguir en tamaños y presiones variadas, en relación al tamaño, se pueden encontrar equipos pequeños de 35 litros o equipos más industriales de 420 litros, en relación a la presión se consiguen equipo de 300 a 700 MPa. En cuanto a la irradiación, gracias a sus características y a la historia que tiene el proceso de irradiación, se han realizado numerosos estudios que comprueban la seguridad de la tecnología para la salud del ser humano, además de demostrar la capacidad de inactivación microbiana, mostrando así las grandes ventajas del método, de hecho, en algunos países se conoce con el nombre de pasteurización electrónica, con la finalidad de obtener mejor aceptación de los consumidores (Barbosa-Cánovas & Bermúdez-Aguirre, 2010).

Una tecnología que se suma a los tratamientos no térmicos en alimentos, son los campos eléctricos pulsados, Estados Unidos fue el primer país en utilizar este método y lo lanzó al mercado en el año 2006 y ha mostrado resultados exitosos en el procesamiento de zumo de frutas, en el mercado europeo, muchas empresas de alimentos la utilizan para la pasteurización de alimentos líquidos, principalmente, leche y zumo de frutas. Una ventaja altamente competitiva del procesamiento no térmico de alimentos, es el tiempo de procesamiento, por ejemplo, los campos eléctricos pulsados requiere menos de un segundo para cumplir con el proceso de pasteurización, con altas presiones, la inactivación de microorganismos se realiza en un tiempo menor a los cinco minutos, dependiendo del tipo de alimento y sus características, esta ventaja en la reducción del tiempo de procesamiento, tiene un alto impacto en el ahorro energético, además de ser amigables con el medio ambiente, por ejemplo los campos eléctricos pulsado, son libres de residuos, siendo estas otras ventajas

altamente competitivas entre las técnicas de procesamiento térmico y las técnicas de procesamiento no térmicos (Wan et al., 2009).

4.3 Extracción y Concentración de Componentes

Una de las preocupaciones actuales sobre la salud de los seres humanos, se enfoca en la baja calidad alimentaria de los productos que se consiguen dentro de los mercados y almacenes de alimentos, para mitigar este problema, la industria agroalimentaria, ha utilizado diferentes métodos de extracción y concentración de componentes que permiten mejorar la calidad nutricional del alimento o ser añadidos a otros alimentos. Aunado a esto, muchos procesos agroalimentarios, generan una gran cantidad de subproductos que son un problema medioambiental, por lo cual, los métodos de extracción de componentes nutricionales, se enfocan en estos subproductos, para realizar la extracción de componentes funcionales para la dieta humana, resolviendo así, un problema medioambiental y aumentando las ganancias de la industria agroalimentaria (Gato & José, 2021).

Los métodos de extracción se pueden dividir de acuerdo al tipo de método, entre los que se tienen los métodos convencionales y los métodos modernos o por tipo de materia prima, las cuales se dividen en vegetal y animal.

Dentro de los métodos convencionales, se tienen:

- **Método Soxhlet**, siendo el método con mayor uso en separación sólido – líquido donde los compuestos presentan baja solubilidad cuando el solvente es agua, para ello, el método utiliza disolventes no polares, como por ejemplo, el hexano, el éter de petróleo y el cloroformo, el proceso se lleva a cabo, sometiendo la muestra a varios lavados consecutivos, donde el disolvente está caliente, permitiendo una extracción más fácil del compuesto, el disolvente se selecciona de acuerdo a la afinidad que tenga el producto de interés por el mismo. Los problemas de este método, se basan en que es un proceso lento, esto trae como consecuencia el hecho de no poder realizar el proceso de manera continua, además el volumen de disolvente que se requiere para la extracción del compuesto es

elevado, estas características, traen consecuencias económicas y medioambientales importantes para la empresa agroindustrial (López-Bascón & De Castro, 2020).

- **Método de extracción con disolventes polares**, entre los disolventes polares que se utilizan en este método se tienen, éter dietílico, el acetato de etilo, el tolueno o el diclorometano, de la misma manera que el método anterior, el proceso de extracción es lento, aunado a esto se tiene el gran inconveniente de la toxicidad de los disolventes.

Aunque estos métodos han ayudado a la extracción de compuestos útiles y funcionales en subproductos de la industria alimentaria, poco a poco han sido sustituidos para la extracción de los mismos compuestos, pero con tecnologías medioambientalmente amigables, con mayores rendimientos y mejores resultados, entre los métodos novedosos para la extracción y concentración de compuestos se encuentran:

- **Pulsos eléctricos**, el método consiste en aplicar un diferencial potencial elevado entre dos electrodos, en medio de ellos se coloca la materia prima a la que se le quiere extraer el compuesto de interés, el tiempo de duración de la exposición es corto, los factores relevantes para que el proceso obtenga resultados positivos, se enfocan en la entrada de energía y la intensidad de la misma. Lo que ocurre dentro de la materia prima es que se produce un efecto denominado electroporación, que consiste en la formación de poros en la estructura a la que se le aplica el campo eléctrico, al crearse estos poros, lo que ocurre es que aumenta la permeabilidad de la membrana, en este caso vegetales, haciendo así más fácil la extracción del compuesto de interés. Es necesario explicar que la carga del campo eléctrico, dependerá de las características de la materia prima a utilizar, además de esto, este método, no genera carga térmica, haciendo que sea una tecnología atractiva para la industria alimentaria (Carpentieri et al., 2022).

- **Membranas**, este método consiste en hacer pasar la materia prima a la que se le desea extraer un compuesto de interés por una membrana que están diseñadas con poros que actúan como una barrera selectiva al paso de diferentes compuestos, el diseño de las membranas posee la capacidad de tener afinidad con el compuesto que se desea extraer, haciendo que la separación del compuesto sea rápido, eficaz, económico y además las soluciones utilizadas no se alteran químicamente, entendiendo que las reacciones no ocurren a temperaturas elevadas, pudiendo reutilizar el disolvente, otra ventaja competitiva de este método, se encuentra en que las membranas se clasifican de acuerdo al tamaño de la molécula que se quiere extraer, teniendo así, membranas de microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y las membranas de ósmosis inversa (Barazón Peña, 2024).
- **Ultrasonido**, el método se basa en la propagación de energía en forma de ondas elásticas que pasan por un fluido que incita el movimiento vibratorio de un cuerpo, para aplicar este método se tiene dos opciones en alimentos, los métodos se diferencian por la intensidad que se utilice, las vibraciones que son capaces de extraer compuestos de interés se denominan cavitación, la cual, no solo se utiliza para la extracción de compuestos, también es utilizada en procesos de congelación, fermentación, maceración, entre otros. Lo que ocurre en el producto sometido al método es lo siguiente, al aplicar ultrasonido de alta potencia, el líquido se expande y se comprime, generando burbujas de cavitación, gracias a los ciclos de la onda ultrasónica, al llegar al punto crítico de su tamaño, las burbujas explotan, provocando que la temperatura se eleve, generando puntos calientes en el líquido, causando erosión en la superficie del sólido, lo cual, facilita la extracción del producto de interés, gracias a que la permeabilidad del compuesto aumenta. Este método suele emplear tiempos muy cortos y la concentración de los compuestos que se han logrado obtener mediante el mismo, son de alta calidad, generando ganancias en todos los aspectos para la industria alimentaria (López, M. & Luque, M., 2020).

- **Fluidos super – críticos**, la característica particular de este método, es que utiliza fluidos a presiones y temperaturas por encima de las condiciones críticas de trabajo, en este estado el líquido se comporta con características de fase gaseosa y líquida, teniendo en cuenta esta particularidad, se debe prestar atención al proceso, cuidando las temperaturas y presiones de trabajo, con la finalidad de que este se cumpla adecuadamente. Para que el método funcione, el fluido super crítico, debe interactuar con la muestra, de esta manera logra desligar todos los componentes del material y realizar la extracción con facilidad. Dentro de las ventajas competitivas para la industria alimentaria de este método de extracción, se basa en el corto tiempo de extracción, además de que automatizar el proceso no es complicado, aunado a esto, no se requiere un filtrado, entendiéndose de que al volver a las temperaturas y presiones normales los compuestos se separan porque el fluido pierde su característica disolvente, finalmente, las condiciones de trabajo, hace que se pueda utilizar en compuestos donde el calor es una limitante de trabajo. El mayor inconveniente de este método, es el costo inicial del equipo, además de ser necesaria la optimización de los parámetros de funcionamiento (Abad Altelarrea et al., 2023).
- **Fluidos presurizados**, una de las ventajas de este método se basa en las velocidades de extracción del compuesto, entendiéndose que se utilizan fluidos presurizados a temperaturas por encima del punto de ebullición del solvente (323 – 473 K) y con presiones de 3,5 a 30 MPa, esto permite el aumento de la transferencia de masa, haciendo que la extracción del compuesto se realice a un tiempo menor. Aunado a esto, el método es fácil para cambiar las condiciones de operación, además de permitir la automatización del mismo. El inconveniente es que no es reproducible a escalas industriales (Abad, C., 2023).

4.4 Técnicas de Secado y Deshidratación

Los métodos de secado y deshidratación de alimentos, son técnicas que han sido utilizadas por el hombre desde el inicio de la historia, entendiéndose que este

tipo de método de conservación de alimentos, les permitía consumir los alimentos mucho tiempo después de haber sido recolectados o cazados. Ambos procesos de conservación, se basan en la eliminación del agua del alimento que se procesa, aunado a esto, gracias al aumento de las temperaturas, es posible eliminar la carga bacteriana de los alimentos, ayudando a conservarlos por mucho más tiempo. Entre las ventajas que tienen los procesos de secado y deshidratación se pueden mencionar (Sanchez Ayala & Uculmana Navarro, 2022):

- Las propiedades nutricionales de los alimentos se mantienen.
- Se realiza una reducción del volumen del producto, lo cual permite un mejor almacenamiento al no ocupar tanto espacio.
- Mejora la manipulación del alimento, al no requerir un transporte especializado con temperaturas reguladas o de traslado en horas específicas del día, como lo ocurrido con materiales frescos.
- Aumenta el valor agredo del producto.
- Disminuye la carga bacteriana y la actividad enzimática del producto, pudiendo aumentar la vida útil del alimento.

Las diferentes técnicas actuales de secado y deshidratación, depende de la manera en que se transmite el calor del equipo al material al que se quiere secar o deshidratar, a continuación, se explican los diferentes métodos:

- **Energía solar**, esta es el más antiguos de secado y deshidratación, presenta ventajas competitivas como por ejemplo, el bajo costo, no puede ser monopolizada por ninguna empresa, además de ser totalmente renovable y amigable con el medio ambiente, sin embargo, presenta varias desventajas, entre las que se tiene, las variaciones de la intensidad de radiación en función del tiempo, además de que para recolectar la radiación solar se requiere de una gran superficie, aunado a que la incidencia y la intensidad de la radiación solar, depende de la posición geográfica donde se requiera instalar un sistema de secado y deshidratado solar (Stephania et al., 2023).

- **Aire caliente**, se utiliza por lo general en secadores convectivos, donde el aire caliente se impulsa por el secador utilizando ventiladores, las fuentes de energía que se utilizan para calentar el aire pueden variar, sin embargo, el más utilizado gracias a la flexibilidad, menor costo y manejo de temperaturas elevadas es el gas natural, el problema de esta fuente se establece en el control estricto del sistema de seguridad, en este caso se puede utilizar propano, pero los costos incrementan el proceso. Para evitar que el producto entre en contacto directo con el producto de combustión, se utiliza en la mayoría de los secadores, vapor, pero las temperaturas de secado son limitadas, además de que el vapor al condensarse forma depósitos, generando problemas en el intercambiador de calor por la obstrucción. En cuanto al uso de combustión directa de aceite, este no es recomendable en la industria alimentaria, por contaminación del alimento, sin embargo, cuando es bombeado desde un intercambiador de calor externo, es capaz de ofrecer mayores temperaturas de las que se consigue con el vapor, los costos son mayores, pero al no presentar pérdidas por condensación, la eficacia global es mayor. Por otra parte, se puede utilizar calentamiento eléctrico, pero por su baja eficacia y el elevado costo, no se utiliza muy seguido para generar aire caliente, el uso de este tipo de energía se limita a los casos en que es necesario que las temperaturas sean muy elevadas y donde el contacto entre los productos de la combustión y el producto a secar se debe evitar (Fito, P. et al., 2016).
- **Conducción**, los secadores por conducción, son utilizados en la industria alimentaria cuando el producto es un sólido con una elevada concentración de humedad, en este caso el calor de evaporación, se proporciona mediante superficies calentadas, las cuales se pueden encontrar en movimiento o en reposo, en ellas se coloca el material a secar de manera directa. Estas superficies por lo general se calientan con vapor, el agua que es eliminada del producto mediante una operación de vacío o con la ayuda de una corriente de gas, la función de esta es eliminar el agua no calentar. En casos de que el material a secar sea sensible a

las altas temperaturas, la eliminación del agua del producto se debe realizar mediante operaciones de vacío. Este tipo de secadores por conducción tiene la particularidad de que la eficiencia de los equipos es elevada, entendiendo que la pérdida de entalpia es muy baja comparándolos con equipos convectivos, aunque se tienen casos donde los equipos trabajan con los dos sistemas, lo cual, amplía la versatilidad y ventaja del sistema (Gómez et al., 2023).

- **Secadores por microondas y dieléctricos**, es importante aclarar que estas metodologías de secado no son formas de calor, sino formas de energía que se manifiesta como calor, mediante la interacción con la materia que procesas, el secado por este tipo de tecnología ocurre de manera casi instantánea, dentro de las ventajas de estos métodos se tienen, en primera instancia y como ya se mencionó, la rapidez del método, seguido de que el calentamiento es uniforme dentro del material a secar, es altamente eficiente al convertir la energía, entendiendo que la energía no se invierte en calentar el aire, o los alrededores del equipo, traduciéndose como un proceso que ahorra energía, el proceso se puede controlar de manera rápida y fácil, el espacio que se requiere para la instalación de los equipos es menor, la calidad del producto puede mejorarse con este tipo de tecnología, entendiendo que las reacciones químicas y físicas deseables son promovidas gracias al calor generado. Aunque presenta muchas ventajas, también presenta ciertos inconvenientes, los cuales están asociados a un inadecuado procesamiento y control de los parámetros de funcionamiento del equipo, esto ya depende del operador a cargo y del material a secar (Alarcon et al., 2019).
- **Deshidratación osmótica**, este método consiste en colocar el material a deshidratar, en una solución con concentraciones de azúcar y/o sal, lo que ocurre, es que se da un proceso de intercambio del agua contenida en el producto, por partículas de la solución osmótica que penetran en la materia prima, dentro de las ventajas que presenta el método, se tiene que las características organolépticas como el color, la textura, el aroma

y el sabor de los alimentos se mantiene, además de mantener los componentes nutricionales como las vitaminas, compuestos protectores y los minerales. Existen diferencias significativas, entre utilizar sal o azúcar para la solución osmótica, teniendo en cuenta que el azúcar posee menos poder osmótico que la sal u otros agentes (Ochoa-Reyes et al., 2013).

- **Calentamiento por infrarrojo**, a pesar de no ser un método común, en los últimos años ha aumentado el uso de esta metodología, actualmente se utilizar el calor generado como fuente primaria de energía, dentro de los usos de esta tecnología se pueden mencionar, el secado de papel para corregir perfiles de humedad y secado de madera, secado de películas de recubrimiento y membrana, secado de tinta, pintura, entre otros. En alimentos aún está limitada la tecnología, aunque se pueden encontrar aplicaciones en granos, harinas, pastas, entre otros. La versatilidad de este tipo de secado por infrarrojo radica en que combina el secado convectivo, microondas y conductivo, además de que ahorra energía de manera significativa (Fito, P. et al., 2016).

4.5 Procesos de Emulsificación y Encapsulación

El proceso de emulsificación, consiste en mezclar dos líquidos inmiscibles, es decir, que no se mezclan entre sí para formar un producto nuevo, lo que ocurre es que uno de los líquidos se dispersa en el otro en forma de pequeñas gotas, el proceso más común es la mezcla de agua y aceite. La clasificación de la emulsión, se realiza de acuerdo a la proporción y la manera en que se distribuye la mezcla, en este sentido se tiene una emulsión de aceite en agua, cuando son las gotas de aceite que se dispersan dentro del agua, por lo contrario, si es el agua la que se dispersa en el aceite, se le conoce como emulsión de agua en aceite (Garcia et al., 2023).

Por otro lado, este tipo de emulsiones, son capaces de formar emulsiones múltiples, esto significa que pueden pertenecer a un sistema más grande, pudiendo tenerse una emulsión de agua en aceite en agua o una emulsión de

aceite en agua en aceite, la estabilidad de estas emulsiones, va a depender de la interacción entre las moléculas de la superficie activa y las interfaces (Nava & Villarreal, 2019).

Las emulsiones se pueden clasificar de varias maneras, entre las que se tienen, la manera que se encuentran la fase dispersa y la fase continua y se explica a continuación:

- Emulsiones inversas, donde la fase que se dispersa es una sustancia hidrofílica, mientras que la fase continua es una sustancia lipofílica, un ejemplo de este tipo de emulsiones son las mantequillas y margarinas, por otro lado, se tienen las emulsiones directas, en las que la fase dispersa es una sustancia lipofílica y la fase continua es una fase hidrofílica, como ejemplos se tiene las cremas, aderezos como la mayonesa, la leche, sopas, entre otras (Matos, M. et al., 2020).

Otra manera de clasificarlas es de acuerdo al tipo de estabilizante utilizado en la emulsión, pudiendo tenerse lo siguiente:

- **Estabilizadas con tensoactivos**, están formados por una parte hidrófoba y otra parte hidrófila, lo cual lo hace que sea el más común para estabilizar emulsiones, debido a la doble afinidad, que le permite posicionarse en la interfase, lo cual reduce la tensión superficial, este fenómeno se conoce como adsorción, aumentando la estabilidad de la emulsión, gracias a que se reduce la tensión interfacial entre el agua y el aceite (Ordoñez, S., 2023).
- **Estabilizadas con partículas sólidas**, también conocidas como emulsiones Pickering, quien fue el científico que en 1907 describió el fenómeno, la característica principal de este tipo de emulsiones radica en que se estabiliza por partículas, mediante la adsorción en la interfase de las fases inmiscibles. Gracias a la estabilidad que muestran este tipo de emulsiones, se ha aumentado el interés tecnológico dentro de la industria alimentaria, su desventaja radica en que las gotas de la emulsión suelen

ser de un tamaño más grande, aunado a esto, difieren en el comportamiento con las emulsiones por tensoactivos, entendiendo que con estas emulsiones no se pueden formar micelas (Matos, M. et al., 2020).

- **Estabilizadas con proteínas**, son las más comunes dentro de la industria alimentaria, entendiendo que son de consumo masivo, como por ejemplo la leche, la mayonesa, salsas, entre otras, gracias a las proteínas contenidas en el alimento, tienen la estabilidad necesaria, entendiendo que la proteína forma una barrera protectora alrededor de la fase dispersa, el tipo de emulsión que se formará, ya depende de la afinidad de la proteína en ambas fase, en este sentido se formará aquella emulsión donde la proteína sea más soluble y actúe como la fase externa (Tang, 2020).

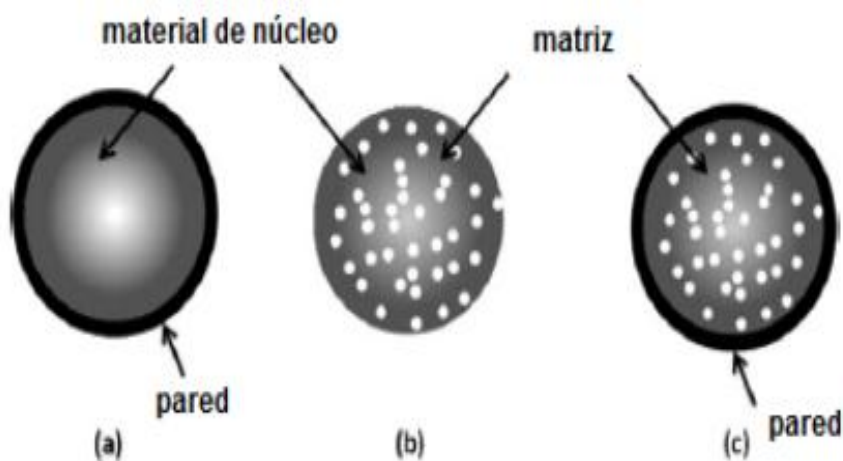
Esta estabilidad que le confiere los diferentes tipos de compuestos que intervienen en la emulsión es lo que las hace atractivas para que ocurra el proceso de encapsulación de compuestos que por sí solos pueden ser inestables en el tiempo o que pueden degradarse por cambios de temperaturas, en este sentido la encapsulación permite elaborar alimentos funcionales, entendiendo que se evita la hidrólisis o la oxidación de biocompuestos como las vitaminas y minerales, además de permitir que se liberen en un punto determinado, por otro lado, la encapsulación también permite enmascarar un olor o sabor del alimento base (Matos, M. et al., 2020).

Tomando en cuenta lo anterior, la encapsulación es un proceso que puede llevarse a cabo por métodos mecánicos o fisicoquímicos con el cual se logra envolver partículas que pueden ser gaseosas, líquidas o sólidas dentro de un material que puede variar de escala llegando a nano escala, estas partículas encapsuladas se liberan luego de que el alimento sea sometido a una condición o tratamiento determinado como por ejemplo el calentamiento. El tipo de encapsulamiento se puede clasificar de tres maneras, la primera es tipo depósito, en la que existe una pared que bordea el núcleo, este se conoce como capsula,

la segunda es tipo matriz, en la que el agente activo es dispersado sobre el material de soporte, este además se encuentra en la superficie, la última clasificación es una combinación de las anteriores, la matriz se encuentra rodeada de una pared que la encapsula, en la siguiente figura se muestra la clasificación (Entote Sotero, 2023).

Figura 6.

Tipos de encapsulamiento.



Nota: Tomada de Entote, R. (2023). a) Depósito b) Matriz c) Mixto

De acuerdo con Saifullah et al., 2019, los métodos por los cuales se puede lograr la encapsulación son dos, el primero son los métodos mecánicos como el enfriamiento o congelación y el sacado por pulverización y el segundo método se basa en métodos químicos, como la polimerización interfacial, la gelificación iónica, la cocrystalización, la coacervación, la inclusión molecular, el atrapamiento en liposomas y la incompatibilidad polimérica. A pesar de contar con tantos métodos para encapsular, se tiene que el método más utilizado en la

industria alimentaria es el secado por pulverización, por otra parte, el método a utilizar para encapsular un compuesto dependerá del tamaño de partícula, las propiedades químicas del recubrimiento, las propiedades físicas, el costo y el mecanismo de liberación que se requiera para un compuesto determinado.

Como se pudo observar el procesamiento de alimentos ha evolucionado, ya no solo se procesa para que el producto tenga mayor vida útil, sino que se procesa cuidando todas las características organolépticas y nutricionales de los mismos. Aunado a esto, la industria alimentaria ha buscado soluciones prácticas y alternativas para mejorar el procesamiento de los residuos y desechos que se producen luego de que el producto esté terminado, ayudando así a ser amigables con el medio ambiente.

Por otro lado, las diferentes alternativas de procesamiento tanto de secado como deshidratado permiten una mejor aplicación para cada tipo de alimento y entendiendo las características que se quieren destacar de los alimentos. La agroindustria, es una empresa dinámica que evoluciona para mejorar la producción de alimentos en volumen y ofrecer las mejores alternativas alimentarias a la población, es por ello, que siempre está encontrando maneras de procesar los alimentos sin deteriorar las condiciones nutricionales de la materia prima.

CAPÍTULO 5.

DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS ALIMENTARIOS

5.1 Introducción

Desde que el hombre comienza a formar sociedades, comunidades para vivir, deja la caza y estilo de vida nómada, ha tenido que buscar la manera de satisfacer las necesidades alimentarias de su comunidad, en este momento, el hombre comienza a producir alimentos que puedan cumplir con la función de alimentarse, pero no todo el tiempo lo que se come, es beneficioso para la salud del cuerpo humano (Martínez Moreno & López-Espinoza, 2016).

Hoy en día gracias a diversos factores como el estrés, la mala alimentación, el sedentarismo, la vida acelerada, la contaminación ambiental, enfermedades nuevas, entre otras, se ha ido acortando la vida de las personas en general, por lo cual, muchos han buscado diferentes alternativas alimentarias que permitan cubrir las necesidades reales de nutrición y no solo comer por saciar las necesidades (Huerta-Riveros et al., 2022).

Sin embargo, existen lugares en el mundo donde las condiciones actuales no son como las mencionadas anteriormente, muchos científicos las han catalogado como zonas azules, las cuales son básicamente comunidades que han entendido que deben cambiar el estilo de vida y volver a lo básico para poder mejorar las condiciones de salud y armonía que se tenía antes de que fuese necesario la adquisición de cosas materiales y trabajos muy complejos para que fueses considerado una persona productiva y capaz, además de ello, se ha buscado replicar este tipo de zonas en países enteros, pero la cultura actual impide que se lleve a cabo con éxito el estudio (Mora & Ruiz, 2023).

Además de esto, desde hace pocos años, se han popularizado la cultura fitness y cuidado personal, donde cada vez más aparecen adultos mayores, con mejor salud que cuando tenían 20 años y que se han dedicado a cultivar una vejez activa, haciendo ejercicios y mejorando la alimentación, tomando conciencia de sus vidas y evitando ser sometidos a enfermedades prolongadas, fracturas de cadera e incapacidad por edad, entendiendo que muchos de ellos, tienen hijos con vidas igual de aceleradas y ocupadas que ellos cuando eran jóvenes y no pueden dedicarles tiempo de cuidado y atención, en este sentido han tomado el control de sus años dorados para evitar ser una carga o que simplemente los dejen internados en residencias para personas mayores (García Echavarría & Duarte Ortiz, 2022).

Considerando esto, la industria alimentaria, ha tenido que desarrollar e innovar en la manera de producir los alimentos, entendiendo que muchas de ellas se basan en la producción y comercialización de productos que no son saludables, pero por su fácil y rápido procesamiento, además de que parecen ser adictivos para muchas personas, se enfocan en las ganancias que estos productos pueden generar y no en el bienestar de los consumidores, sin entender que los potenciales clientes de las empresas agroindustriales, están cambiando drásticamente la manera de alimentarse, evaluando las condiciones en que los productos fueron elaborados, no desde que llegan a la planta de producción, sino también la manera en que son cosechados en campo y como son llevadas las plantaciones, si con exceso de químicos, que no son tan sostenibles y amigables con el medio ambiente y con las personas que se dedican a la producción en campo (Granato et al., 2020).

Un caso particular de consumo descontrolado de productos no nutritivos y que han causado estragos en la salud de las personas, es el caso de Estado Unidos, donde existe una epidemia de obesidad, incluso en niños menores a los diez años de edad, por comer de manera descontrolada y no supervisada

alimentos que no nutren el cuerpo sino que los hace ganar masa adiposa, haciendo que muchos de ellos, lleguen a niveles de depresión, ansiedad y hasta quedar atrapados en sus casas por no poder caminar (Restrepo Betancur, 2022).

Es por ello, que la industria alimentaria, ha tenido que buscar alternativas para poder cambiar la imagen de sus productos y hacerlos realmente nutritivos, adecuados y saludables para las comunidades, por lo que se han buscado alternativas tecnológicas que conviertan a los alimentos en productos más amigables no solo con la salud, sino también con el medio ambiente, entendiendo que la explotación de los cultivos y el uso de productos químicos para evitar que las plagas e insectos acaben con las cosechas son altamente contaminantes y confieren a los alimentos propiedades peligrosas que incluso pueden dar cáncer (Meléndez-Sosa et al., 2020).

Por otra parte, la industria también debe evaluar la manera en que modifica las plantas y los alimentos para que resistan los diferentes cambios climáticos y la manera de procesarlos, no es un secreto que hoy en día se han incrementado las alergias alimentarias, en especial al gluten y esto se debe a las modificaciones genéticas que han realizado en el trigo para que pueda resistir a las diferentes temperaturas, plagas y condiciones complejas a las que la planta original no estaba expuesta (Aliaga et al., 2021).

En este capítulo, se describirán apartados que abarcan las diferentes vertientes actuales que la industria de alimentos debe considerar para lograr producir alimentos que sean sostenibles con el medio ambiente, saludables y además tengan un aporte beneficioso a la salud de los seres humanos. A continuación, se muestran los tópicos que se desarrollarán en las siguientes páginas:

- **Innovación en el desarrollo de alimentos funcionales**, en este apartado, se describen las características que debe poseer un alimento

para que se considere funcional, además los diferentes aportes a la salud del ser humano, las diferentes especies y microorganismos que se utilizan para aportar esa característica funcional al alimento y las nuevas tendencias aplicadas a los alimentos para convertirlos en alimentos funcionales.

- **Tecnologías para la producción de alimentos orgánicos y naturales**, donde se desarrollarán los métodos aplicados para llegar a obtener cosechas y carnes orgánicas que minimizan el uso de agroquímicos y sustancias que potencian las cosechas pero que son peligrosas para la salud y el medio ambiente.
- **Tendencias en el desarrollo de alimentos saludables y sostenible**, se explicarán cuáles son las tendencias en los últimos cinco años, respecto al desarrollo de alimentos que puedan ser sostenibles para el medio ambiente y saludables para el ser humano, buscando el equilibrio perfecto entre la calidad y la cantidad necesaria de producción alimentaria.

5.2 Innovación en el Desarrollo de Alimentos Funcionales

Cuando se indica la función principal de un alimento, se refiere a la capacidad que tienen estos para cubrir los requerimientos nutricionales que tiene una persona, esta premisa se cumple si y solo si, la persona consume alimentos de manera balanceada y en cantidades correctas, además de esto, se debe cumplir con otros factores que permiten que el alimento pueda realizar la función principal para la que ha sido desarrollado, como por ejemplo, una vida activa, que no es solo por realizar ejercicios, sino que mantener el cuerpo dinámico, hace que los alimentos consumidos, puedan generar el aporte necesario de vitaminas, minerales, energía entre otros, un cuerpo en sedentarismo, no es capaz de absorber adecuadamente los nutrientes que el alimento debe aportar, y es capaz de producir exceso de energía que se transforma en depósitos de grasa (Granato, D. et al., 2020).

Por este motivo, es que la industria alimentaria, se ha visto en la necesidad de desarrollar alimentos en los que su formulación contenga componentes que sean funcionales para el cuerpo humano, como, por ejemplo, carotenoides, fibra dietética, prebióticos, ácidos grasos, probióticos, entre otros, con lo cual se le confiere a alimento un nuevo término de alimento funcional (Gracia & Garza, 2020).

Todos estos compuestos minimizan los riesgos de algunas enfermedades como por ejemplo la obesidad, la dislipidemia, afecciones cognitivas, enfermedades del sistema respiratorio, entre otros, lo cual ha generado dentro de la industria de alimentos la búsqueda de un enfoque multidisciplinario a la hora de formular el producto para obtener el mayor potencial de los mismos cuando son consumidos (Meléndez, M. et al., 2020).

Pero no todos los alimentos que dicen ser funcionales lo son, de acuerdo con el Functional Food Science in Europe (FUFOSE), un alimento es realmente un alimento funcional, si es capaz de demostrar satisfactoriamente que tiene la capacidad de tener un efecto beneficioso, en una o más funciones del organismo, sumado a su efecto nutritivo intrínseco, con el cual se debe lograr la mejoría del estado de la salud o reducir el riesgo de padecer una enfermedad, o que cumpla ambas cosas (Villagrán De la Mora et al., 2022).

El término de alimento funcional, surge en Japón en los años 80, con el propósito de minimizar los gastos en salud de las personas de la tercera edad, pero no es sino hasta el año 1993 que se aprueba un producto como alimento funcional, este primer producto fue un arroz hipoalergénico, además se empieza a tomar en cuenta las regulaciones respecto a este tipo de alimentos (Ohama et al., 2008).

En sí, para que un alimento sea funcional, este debe contener en su composición ya sea de manera natural o añadido un componente que ayude a las funciones del cuerpo o eviten la aparición de enfermedades, como por ejemplo los lactobacilos, que son probióticos, por otra parte, no solo se considera alimento funcional aquel, que tiene en su composición un compuesto funcional, sino también aquellos que se les ha retirado de su composición original un elemento que es perjudicial para la salud, como por ejemplo, compuestos que causan alergias o que puede causar irritación (Carrillo & Mojica, 2024).

Es importante destacar que los alimentos funcionales no son suplementos o capsulas, tampoco son solo alimentos a los cuales se les ha sometido a un proceso industrializado, un alimento funcional puede ser de origen natural como la avena, porque contiene propiedades beneficiosas para la salud, eso es independiente de las capacidades nutricionales (Villagrán, Z. et al., 2022).

Uno de los ingredientes que ha llamado la atención científica y tecnológica para el desarrollo de alimentos funcionales son las microalgas, sobre todo en las algas pardas y verdes, de las cuales es posible extraer polisacáridos que pueden cumplir funciones bioactivas que tienen un gran impacto favorable en la flora bacteriana del intestino y ayuda a la regulación de metabolitos bioactivos (Zheng, et al. 2020). Por su parte el alga parda eckol, está siendo investigada gracias a los efectos antitumorales que están asociados a la función moduladora del sistema inmunológico. En cuanto a las algas *chlorella* y *spirulina*, tienen un perfil de aminoácidos más completo en comparación que las legumbres (Parniakov et al., 2018).

Por otra parte, se ha encontrado en las investigaciones científicas que la curcumina se está desarrollando para mejorar la absorción y la biodisponibilidad, entendiendo que se considera muy beneficiosa para el control de la glicemia y como un aditivo en yogures en combinación con el ácido clorogénico para controlar la inflamación (Hutachok, N. et al., 2023).

En relación a alimentos elaborados a partir de la carne, el desarrollo científico ha estudiado la capacidad de la carne, no solo como vehículo de compuestos funcionales al ser añadido a su composición, sino también, al modificar la composición de la misma. Entre las investigaciones realizadas, se tiene el uso de extracto de sauco, que permite preservar las características organolépticas y así poder aumentar el valor nutricional de la carne. También se ha investigado el uso del glutatión de la col morada y de la espinaca y la adición del extracto de cilantro de manera acuosa, con esto es posible preservar y aumentar las propiedades antioxidantes de la carne (Ahmad et al., 2023).

Uno de los alimentos que normalmente se asocia a golosina, es el cacao, actualmente se están estudiando sus propiedades funcionales como antioxidante y fuente de fibra, esto gracias a las características fisicoquímicas y al contenido de polifenoles presentes (Bernaert & Gabi, 2022).

En la leche materna, se encuentran un compuestos denominados oligosacáridos, en la industria son utilizados para mejorar la flora intestinal y para disminuir la adiposidad, además de mejorar las funciones cognitivas, reducir marcadores de inflamación y poder mantener la masa libre de grasa, este producto se obtiene y se produce para que sea consumido por poblaciones alternativas, el inconveniente que se tiene con ella es que existe muy poca materia prima, además de que los extractos son inestables, en vista de esto, de han desarrollado ensayos con microorganismos que pueden generar compuestos similares, utilizando técnicas que pueden mejorar la estabilidad del mismo (Lee et al., 2021).

Existen otros productos que por sí solos pueden considerarse como alimentos funcionales, tal es el caso del frijol, el cual, solo en México, se cuenta con una producción anual de 1.2 millones de toneladas, sin embargo, los diferentes

estragos climáticos que amenazan los cultivos mundiales, han causado que el valor de este alimento disminuya, en este sentido la agroindustria mexicana ha buscado la manera de incorporar a otros alimentos los beneficios alimenticios del frijol utilizando técnicas de microencapsulación. Varios estudios, han demostrado la estabilidad de la harina de frijol bajo la técnica de microencapsulación, permitiendo que otros alimentos, como por ejemplo, el queso, sea acondicionado con la harina de frijol y hacerlo mucho más funcional (García-Vázquez et al., 2024).

En un estudio realizado por Villagrán, Z. et al., (2022), se realizó una revisión bibliográfica sobre los diferentes alimentos funcionales y sobre cuales enfermedades no transmisibles daban un aporte benéfico, los resultados encontrados, muestran diferentes alimentos que pueden mejorar las condiciones de las enfermedades, incluso de prevenir la aparición de ellas, entre los alimentos que aportaban beneficios, se tienen, la leche baja en grasa, el yogurt, el té verde, la quinoa, todos estos aportan diferentes beneficios en contra de la diabetes mellitus tipo 2, las fresas, son beneficiosas para disminuir la concentración de LDL, colesterol total, que son problemas que tienen los pacientes con aterosclerosis, la chía, tiene la capacidad de reducir la presión arterial sistólica, aumentan los niveles plasmáticos de EPA y ALA, se encontraron otros alimentos capaces de ayudar en la dislipidemias, la obesidad, entre otros.

Luego de la pandemia causada por el COVID – 19, muchas investigaciones se han realizado para mejorar la respuesta inmune de las personas afectadas, entendiendo que la enfermedad ha dejado en muchas personas secuelas que causan diferentes comorbilidades, en este sentido, se han mostrado respuestas positivas en la ingesta de diferentes alimentos que mejoran la capacidad del sistema inmunológico, además de evitar la replicación del virus, entre los alimentos que se han propuesto como funcionales y que ayudan a dar una respuesta afirmativa, se tienen el pimentón morrón y la guayaba, con su alto contenido de vitamina C, mejora la función de las células T además de incrementar la producción de inmunoglobulinas y disminuir el estrés oxidativo,

otro tipo de alimentos que se considera funcional y ha dado respuesta positiva para combatir el virus son el salmón y el atún, entendiéndose que presentan un alto contenido de vitamina D, reduciendo la capacidad del virus de replicarse (Hamid, A. et al., 2021).

5.3 Tecnologías para la Producción de Alimentos Orgánicos y Naturales

La industria alimentaria, se ha visto en la necesidad de cambiar la manera de producir alimentos, esto causado por las condiciones climáticas que se ejercen sobre los recursos naturales, que cada día acortan la vida del planeta, en este sentido, organismos como la FAO, han declarado la necesidad de priorizar la producción sostenible, además de que sean nutritivos garantizando la seguridad alimentaria, en este aspecto se busca el apoyo de los sistemas productivos de la agricultura familiar (Alvarez, 2020).

El motivo por el cual se busca el apoyo de estos sistemas agro productivos, es que son prácticas que disminuyen la presión sobre los recursos naturales, además de que se caracterizan por tener un comportamiento que se enfoca en buscar un ideal para todas las sociedades, es cierto que buscar un ideal, muchas veces es inalcanzable, pero se puede aproximar mucho, casos de éxito de estos sistemas, serían las llamadas zonas azules, de las cuales ya se ha comentado en la investigación, en la figura que se muestra a continuación se puede observar el mapa de las zonas azules, más destacadas en el mundo (Mora Núñez et al., 2022).

Un alimento sostenible, se refiere a los alimentos en los cuales no se utilizan productos fitosanitarios y químicos para poder producirlos, además de que el proceso productivo consume poca o baja energía y no se utilizan aditivos, al considerar esto, se entiende que el sistema de producción de alimentos sostenibles, son amigables con el medio ambiente, respetando la biodiversidad y los recursos naturales no renovables (Quezada-Figueroa et al., 2023).

Figura 7.

Zonas azules en el mundo.



Ilustración: Melissa Guerra (2024)

Nota: Tomado de Mora, P. & Ruiz, M. (2023)

El objetivo principal de estos sistemas sostenibles, es producir un equilibrio entre el medio ambiente y la producción de alimentos, considerando que los alimentos mantengan su vida útil desde las zonas de producción hasta el consumidor final, uno de los productos que se ha enfocado en sistemas agro productivos sostenibles, son los productos vegetales, los cuales han tenido gran aceptación por parte de los consumidores que buscan optimizar su nutrición y mejorar la calidad de productos seleccionados para su consumo (FAO, 2023).

Una de las variables con mayor importancia en la producción de productos orgánicos y sostenibles, es la calidad del suelo, entendiendo que la calidad del mismo afecta directamente a los productos que serán sembrados y cosechados, aunado a esto, la producción orgánica, no lleva productos químicos porque lo que se quiere es maximizar la capacidad del suelo para ser fértil, por lo cual, los investigadores recomiendan realizar análisis de suelo cada seis meses para

corroborar la fertilidad y conocer las condiciones de rendimiento que pueda dar el suelo, además del grado de contaminación que pueda tener el suelo en diferentes épocas del año.

De acuerdo a los datos del Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica (FiBL, por sus siglas en inglés), el año 2021, alcanzaron un máximo histórico en cultivos y ventas de productos ecológicos, en los 191 países donde se tienen cultivos ecológicos, para el 2021, las hectáreas registradas como tierras orgánicas agrícolas fue de 76,4 millones de hectáreas, donde países como Australia, Argentina y Francia son los que cuentan con mayor superficie sembrada, esto significa que el 1,6% de la tierras agrícolas a nivel mundial son orgánicas (Willer, H. et al., 2022).

El mayor crecimiento de superficie agrícola orgánica se registró en Europa, con más del 4,4% lo que implica en un 0,75 millón de hectáreas agrícolas sembradas en todo el territorio europeo. Por otra parte, el 49% de los productores orgánicos se encuentran entre Asia y África, de acuerdo con el FiBL, las ventas de bebidas y alimentos orgánicos alcanzaron un monto aproximado a los 125 mil millones de euros, donde los países con los mayores mercados en ventas son Estados Unidos, Alemania y Francia, en la figura que se muestra a continuación se puede observar el resumen del año 2021 en relación a las hectáreas, los productores, el mercado y la importación y exportación de productos orgánicos.

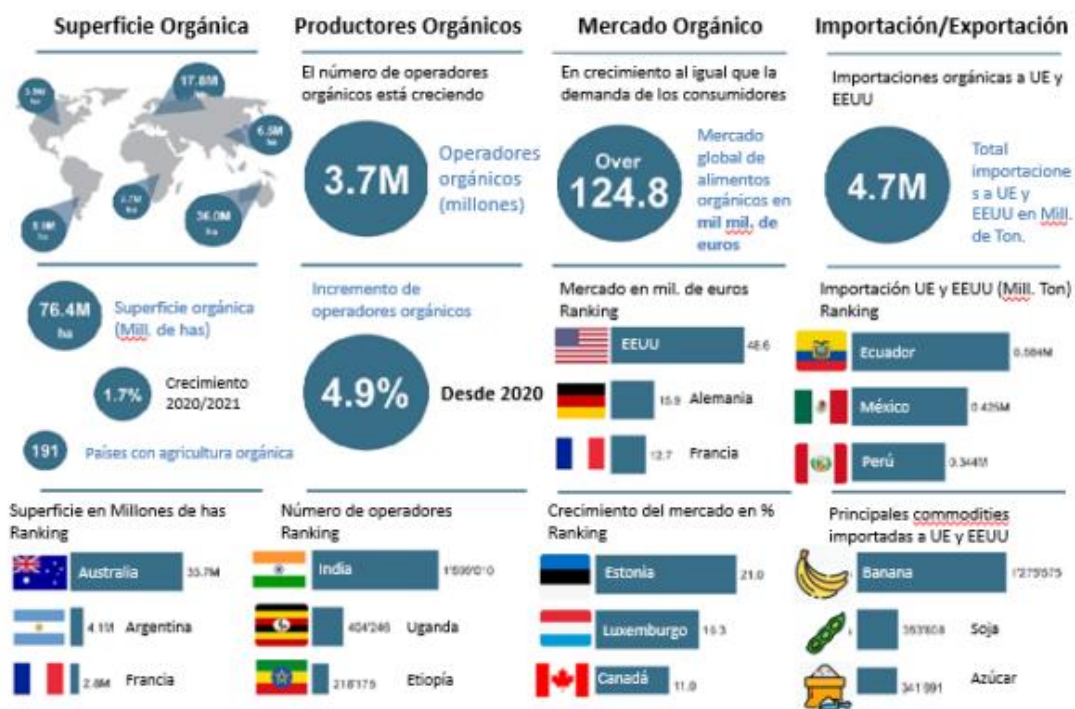
En relación a la normativa de estos productos, se tiene que para el año 2022, 74 países han aplicado normativas relacionadas a la agricultura ecológica, otros 21 países ya tienen regulaciones orgánicas que no han implementado totalmente y otros 15 países se encuentran en la fase de redacción de la legislación de este tipo de productos, los cambios más significativos se han llevado a cabo en la Unión Europea, Norteamérica y el Pacífico (Willer, H. et al., 2022).

Alrededor de todo el mundo, los países han establecido políticas que fomentan la agroecología y la agricultura orgánica, entre ellos se mencionan:

- Argentina, crea una dirección nacional de agroecología.
- Arabia Saudí, crea un plan de acción de política de agricultura ecológica.
- México, hace un cambio de política para favorecer una buenas seguridad y soberanía alimentaria.
- Ghana, da apoyo a la agricultura ecológica en el marco de la política de desarrollo del sector agrícola.
- Tanzania, crea una estrategia nacional de agricultura ecológica.
- India, da apoyo en el marco del programa de desarrollo natural del país.

Figura 8.

Situación de la producción de alimentos orgánicos a nivel mundial.



Nota: Tomado de FiBL (2021)

5.4 Tendencias en el Desarrollo de Alimentos Saludables y Sostenibles

Dentro de los países con mayores aplicaciones de tecnologías y desarrollo de alimentos funcionales, se encuentran Estados Unidos, Japón, Asia Pacífico y la Unión Europea, este mercado es muy lucrativo y para el año 2020 se esperaba un crecimiento anual de 8,5%. Dentro de los productos funcionales más comunes se tienen, los cereales, que ayudan con la salud cardíaca, barras energéticas y proteicas que ayudan a la reducción del hambre, el yogurt que ayuda a los problemas digestivos, entre otros (Granato, D. et al., 2020).

Para llevar a cabo un proceso de desarrollo de alimentos saludables y sostenibles, la industria alimentaria debe evaluar detenidamente cada una de las variables que implica la producción de alimentos, como la optimización del proceso, el diseño del alimento, las diferentes formulaciones, las técnicas de procesamiento, es decir, evaluar todos los factores involucrados antes de que el producto salga al mercado (Koubaa et al., 2018).

Las tecnologías innovadoras que han surgido en los últimos veinte años, surgen como alternativas idóneas para el procesamiento de los alimentos, entre las que se pueden mencionar, los campos eléctricos pulsados, microondas, ultrasonidos, entre otras, que además son amigables con el medio ambiente por la disminución de energía que emplean para el funcionamiento, además de que pueden trabajar con subproductos para obtener diferentes compuestos importantes y de alto valor agregado (Putnik et al., 2017).

Una de las características de los productos procesados en la industria alimentaria, es la dificultad para que los compuestos sean estables en el tiempo y en condiciones de procesamiento, este problema es compartido a la hora de desarrollar alimentos saludables y sostenibles, entendiendo que el desarrollo de estos alimentos, está condicionado a la solubilidad del compuesto, a la

estabilidad y a la biodisponibilidad del mismo. La alternativa que se ha encontrado hasta ahora es la administración de estos compuestos vía oral se basa en las micropartículas y nano partículas que pueden contener los compuestos bioactivos o los minerales esenciales (Tapia-Hernández et al., 2019).

El problema de la producción de alimentos funcionales, radica en la producción, debido a que suelen ser alimentos mucho más complicados para la elaboración en relación al costo y la formulación, entendiéndose que deben utilizar tecnologías avanzadas, donde no todas las empresas cuentan con el capital para modificar sus líneas productivas, pero es una inversión que deben evaluar con detenimiento, ya que, los consumidores cada día cambian las exigencias alimentarias por aquellos productos que sean frescos, sustentables y además que posean valor nutricional (Granato, D. et al., 2020).

Existen varias tendencias en relación a como los consumidores están percibiendo la industria agroalimentaria, la mayoría de ellas están asociadas a la sostenibilidad climática y a los productos frescos de origen orgánico, a continuación, se evaluarán las tendencias que se han desarrollado en los últimos años de acuerdo a la Fundación Europea para la Innovación, (2024), las cuales se muestran a continuación:

- **Cambio climático y la sostenibilidad:** del total de las emisiones atmosféricas, se ha contabilizado que el 26% de ellas proviene de la alimentación y de la agricultura, datos que han suministrado organismos importantes como la FAO, tomando en consideración estos datos, se considera que al evaluar la relación tan directa existente entre la alimentación y el cambio climático, es necesario realizar modificaciones drásticas e importantes sobre el comportamiento de los seres humanos respecto a la conducta alimentaria, cambiando las prácticas de cultivos industrializados, por cultivos sostenibles, que permiten la reducción de las emisiones a la atmósfera, reduce la huella de carbono y mejora la gestión

del agua, la cual, se ha enfatizado la crisis debido a las extremas sequías a nivel mundial (FAO, 2018).

- **Patrones de consumo:** esta tendencia debe ser evaluada con detenimiento por parte de la industria alimentaria, entendiendo que la mayoría de los consumidores, están realizando cambios en los alimentos por aquellas versiones orgánicas, de producción local e incluso veganas, esto ha generado un reto importante para las grandes empresas trasnacionales, que deben buscar la manera de adaptarse a las nuevas exigencias del mercado.

- **Alimentos funcionales:** la industria alimentaria, debe enfocar su producción en alimentos que aporten beneficios a la salud y a la nutrición de los consumidores, en este sentido, se deben evaluar la formulación de los suplementos basados en plantas, en las superproteínas, en alimentos modificados para regular una enfermedad específica, entre otros.

- **Nutrición y Salud:** en este sentido, la industria alimentaria debe enfocarse en la influencia que tiene el aspecto nutritivo de los alimentos para los consumidores, entendiendo que la funcionalidad del producto debe ir más allá que a simplemente saciar el hambre, los alimentos se están utilizando como ayuda farmacológica y nutricional para personas con dietas especializadas por lo cual, la industria debe tomar en consideración este aspecto.

- **Agricultura celular:** se trata de una nueva tecnología que permite obtener leche, carne y otro tipo de productos alimenticios utilizando células animales, se puede decir que es una tecnología ambientalmente amigable, entendiendo que minimiza el impacto de las producciones normales, además de proporcionar alimento sostenibles y saludables.

- **Inteligencia artificial:** cada día está aumentando el uso de las IA en la industria alimentaria, entendiéndose que a partir de ella, se aumenta la eficiencia de los cultivos porque está en la capacidad de predecir las cosechas, de detectar enfermedades en las plantas, optimizar el uso del agua, optimizar rutas de transporte de alimentos, entre otras aplicaciones como por ejemplo, mejorar la experiencia del cliente al personalizar la alimentación del mismo y facilitando las compras y recomendaciones de recetas de acuerdo a las necesidades del cliente.

Por otra parte, la Fundación Europea para la Innovación, (2024), indica que se encuentran las tendencias demográficas, donde las estrategias de marketing difieren de un grupo a otro, en este sentido se tiene lo siguiente:

- Baby Boomers, para este grupo de clientes, es necesario enfatizar en alimentos que sean de fácil preparación y alimentos saludables, para llegar a ellos se deben utilizar métodos tradicionales y digitales.
- Millennials, se prioriza la salud y la conveniencia del producto, donde se enfatice la calidad y todos los beneficios que trae el producto a la hora de consumirlos.
- Generación Z, con este grupo el marketing se debe enfocar en la sostenibilidad del producto y en la autenticidad, para llegar a ellos se deben utilizar las plataformas digitales y las redes sociales.

Considerando esta división demográfica, se tiene que la Generación Z y los Millennials, son los grupos que más demandan alimentos frescos, orgánicos y además sostenibles, incluso son los grupos que llegan a desechar los productos, cuando estos no cubren los estándares de calidad, de accesibilidad, el empaquetado, entre otras variables como la trazabilidad del producto. Para los Boomers, el enfoque se encuentra en el valor nutricional y la compra en mercados de confianza.

Analizando el capítulo, se pudiera concluir que todos los alimentos, en su forma básica y sin modificaciones, tienen características funcionales que pueden ayudar a la salud de los seres humanos, porque todos tienen un beneficio nutricional y aportan calidad en vitaminas, proteínas y minerales, el problema radica en el uso y combinación de productos alimenticios ultraprocesados.

De este modo es que los alimentos pasaron de ser un aporte energético de calidad a un aporte energético que no aporta los nutrientes adecuados al cuerpo, aunado a la necesidad de los seres humanos de vivir todo el tiempo acelerado, disminuyendo los tiempos para realizar las comidas, haciendo que cada día se consuma comida rápida, encontrado así, personas con sobrepeso, pero desnutridas, porque el aporte nutricional de los alimentos consumidos es prácticamente nulo.

En este sentido la agroindustria, debe reevaluar las condiciones en que se realiza el procesamiento de alimentos, entendiendo que se están generando más enfermedades con lo que producen actualmente que el beneficio que traen a la sociedad, quizás este es un concepto bastante utópico, debido a que muchos están es por las ganancias que puedan generar por el alto volumen de producción sacrificando la calidad del producto y la salud de las personas.

Por otra parte, es necesario que la conducta tanto del consumidor, como de la empresa agroalimentaria cambie drásticamente, entendiendo que es parte importante del problema respecto al cambio climático y la tendencia de alimentos sostenibles y amigables con el medio ambiente debe aumentar, no solo en lugares puntuales, para ello, es necesario enfatizar en las medidas políticas y gubernamentales como un llamado de atención a la sobrevivencia humana.

CAPÍTULO 6.

CONTROL DE CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

6.1 Introducción

La industria alimentaria moderna enfrenta desafíos crecientes relacionados con la calidad y la seguridad de los productos que ofrece. A medida que las cadenas de suministro se vuelven más complejas y globalizadas, y que las demandas de los consumidores evolucionan hacia productos más saludables, sostenibles y libres de riesgos, el control de calidad y la seguridad alimentaria se han consolidado como aspectos clave para garantizar la confianza y la satisfacción del mercado. En un entorno caracterizado por la competencia global, la exigencia de normativas cada vez más estrictas y la rapidez con la que se pueden propagar alertas sanitarias, las empresas del sector agroalimentario deben contar con sistemas robustos y eficientes para controlar todos los factores que puedan poner en riesgo la inocuidad y calidad de sus productos (Martínez-Rodríguez & Silván, 2021).

La calidad alimentaria no solo se refiere al cumplimiento de estándares estéticos o sensoriales, sino que engloba un conjunto amplio de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y nutricionales que aseguran que el alimento cumpla con las expectativas y necesidades del consumidor. Por otro lado, la seguridad alimentaria tiene como objetivo principal la prevención de peligros que puedan afectar la salud humana, tales como contaminantes biológicos, químicos y físicos. La falta de control en cualquiera de estos aspectos puede derivar en consecuencias graves, tanto para la salud pública como para la reputación y viabilidad económica de las empresas del sector (Torricella-Morales et al., 2020).

En la actualidad, la implementación de sistemas efectivos de control de calidad y seguridad alimentaria es una condición indispensable para operar en los mercados nacionales e internacionales. Normas y certificaciones reconocidas

a nivel mundial, como el HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) e ISO 22000, han sido adoptadas como referencia para establecer prácticas seguras y eficientes en la producción y comercialización de alimentos. Estas herramientas permiten identificar, evaluar y controlar los peligros potenciales, estableciendo procedimientos que minimizan el riesgo de contaminación y garantizan la trazabilidad de los productos a lo largo de toda la cadena de suministro (Enríque & Pérez, 2022).

Además, la digitalización y las tecnologías emergentes han ampliado significativamente las capacidades del control de calidad y la seguridad alimentaria. El uso de sensores inteligentes, el análisis de datos en tiempo real, los sistemas automatizados de monitoreo, la inteligencia artificial y el blockchain, han transformado la manera en la que las empresas gestionan la trazabilidad y la seguridad de sus productos, ofreciendo mayor transparencia y eficiencia (Huerta-Dueñas & Sandoval-Godoy, 2018).

Sin embargo, estos avances también traen consigo nuevos desafíos. La correcta implementación de sistemas de control exige la capacitación continua del personal, la inversión en infraestructura y tecnología, y el compromiso de todos los actores involucrados en la cadena alimentaria. Asimismo, es necesario enfrentar amenazas emergentes como el fraude alimentario, la resistencia antimicrobiana y los efectos del cambio climático sobre la producción y distribución de alimentos (Torricella-Morales et al., 2020).

A lo largo de este capítulo, se analizarán en profundidad los principios fundamentales del control de calidad y seguridad alimentaria, así como los métodos y herramientas más utilizados en la actualidad para garantizar productos seguros y de alta calidad. Se explorarán los principales sistemas de gestión reconocidos a nivel global, incluyendo HACCP e ISO 22000, y se explicará cómo implementar prácticas efectivas de análisis de riesgos, trazabilidad y auditoría interna. Además, se presentarán casos concretos que ilustran la importancia y el impacto de un control riguroso en la prevención de crisis sanitarias y en la consolidación de la confianza del consumidor.

El objetivo de este capítulo es proporcionar al lector una comprensión completa y actualizada sobre la relevancia estratégica del control de calidad y la seguridad alimentaria en la industria moderna, brindando herramientas prácticas para su aplicación y destacando su papel crucial en la sostenibilidad, competitividad y responsabilidad social de las empresas alimentarias.

6.2 Principios y Métodos de Control de Calidad

Uno de los principios más importantes en el control de calidad es comprender que la calidad no es responsabilidad exclusiva de un departamento específico, sino un compromiso colectivo que atraviesa toda la organización. Desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto final, cada etapa y cada persona involucrada juega un papel crucial para garantizar que el producto o servicio cumpla con los estándares establecidos y las expectativas del cliente (Pingo et al., 2020).

La cultura organizacional orientada a la calidad debe estar basada en la conciencia y la participación de todos los colaboradores. Fomentar una cultura de calidad implica promover valores como la responsabilidad, la mejora continua, la transparencia y la orientación al cliente en cada nivel de la organización. La alta dirección, en particular, tiene el deber de liderar con el ejemplo, asegurando que las políticas de calidad no solo existan en papel, sino que se vivan día a día en la práctica (Marín Galvín, 2019).

Los 8 principios de la calidad son fundamentos clave que guían las prácticas y estrategias en la gestión de la calidad, con el objetivo de mejorar la eficiencia y efectividad dentro de las organizaciones. Estos principios están alineados con la norma ISO 9001, que establece los requisitos para un sistema de gestión de la calidad. Aquí te explico cada uno de ellos: (D'Alemán, 2008)

1. Enfoque al cliente: el principal objetivo de cualquier organización debe ser satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes. Esto implica

comprender lo que desean los clientes, anticipar sus necesidades futuras y asegurar que los productos o servicios proporcionados sean de alta calidad. La satisfacción del cliente debe ser el centro de todas las actividades de la empresa.

2. Liderazgo: los líderes dentro de la organización deben establecer una visión clara y orientar a la empresa hacia la consecución de sus objetivos. El liderazgo también debe fomentar un ambiente en el que los empleados estén motivados, comprometidos y trabajen con un enfoque común hacia la calidad.

3. Compromiso de las personas: el éxito de un sistema de gestión de la calidad depende del compromiso de las personas dentro de la organización. Todos los empleados, desde los más altos niveles hasta los operativos, deben estar involucrados y ser responsables del proceso de mejora continua. Fomentar un entorno de trabajo positivo y participativo es clave.

4. Enfoque basado en procesos: la gestión de la calidad debe centrarse en la optimización de los procesos dentro de la organización. Esto significa identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados para lograr los resultados deseados de manera más eficiente. La mejora continua de los procesos es fundamental para mejorar la calidad de los productos o servicios.

5. Mejora continua: la mejora continua debe ser un objetivo permanente de la organización. Se debe buscar constantemente maneras de aumentar la eficiencia, reducir los errores y mejorar la calidad en todos los aspectos de la empresa. La implementación de un ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) es una forma común de gestionar esta mejora.

6. Toma de decisiones basada en hechos: las decisiones deben basarse en el análisis de datos y hechos objetivos, no en suposiciones o intuiciones. El uso de métricas y datos precisos permite a la organización tomar decisiones informadas que impulsan la mejora de la calidad y los resultados.

7. Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores: una organización debe tratar a sus proveedores como socios a largo plazo. Al trabajar de manera colaborativa con los proveedores, se pueden obtener mejores resultados en cuanto a la calidad, costos y tiempos de entrega. Esto incluye la selección de proveedores basados en su capacidad para proporcionar productos o servicios de alta calidad.

8. Enfoque sistémico para la gestión: la calidad no debe verse como un proceso aislado, sino como parte de un sistema más amplio que involucra diversos componentes de la organización. La integración de todas las funciones y procesos dentro de un sistema coherente y bien gestionado permite lograr los objetivos de calidad de manera más efectiva. Estos principios sirven como base para la creación y la mejora de sistemas de gestión de calidad y son esenciales para cualquier organización que busque ofrecer productos o servicios de alta calidad de manera consistente.

Figura 8.

Principios de la calidad.



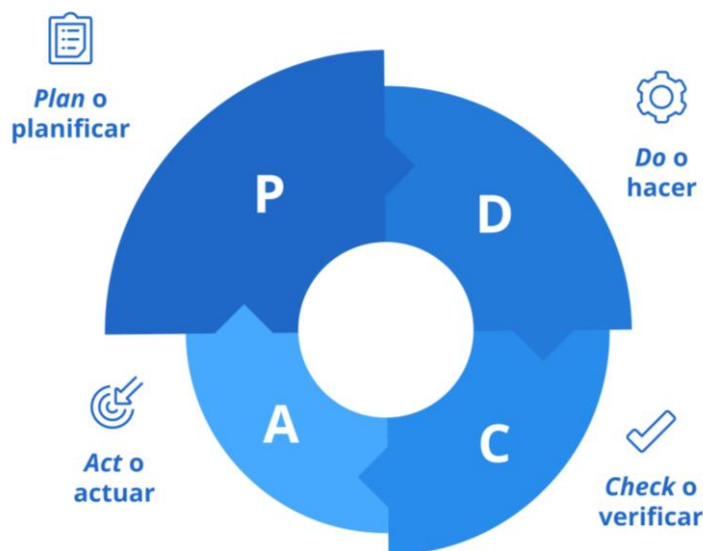
Nota: Tomado de <https://iveconsultores.com/principios-de-la-calidad/>

6.2.1 Ciclo de mejora continua

El Ciclo de Mejora Continua es un concepto fundamental dentro de los sistemas de gestión de calidad y control de procesos. También conocido como el Ciclo PDCA (por sus siglas en inglés: Plan, Do, Check, Act) o Círculo de Deming, este modelo propone una metodología estructurada y sistemática para lograr la mejora constante de productos, procesos y servicios dentro de cualquier organización (Alejandro & La Rosa, 2018).

Figura 9.

Ciclo de Deming.



Nota: Tomado de: <https://www.sydle.com/es/blog/ciclo-pdca-61ba2a15876cf6271d556be9>

El ciclo fue desarrollado por el estadístico estadounidense Walter A. Shewhart y popularizado más tarde por William Edwards Deming, uno de los principales impulsores de la gestión de calidad. Deming lo introdujo como una herramienta clave para el desarrollo industrial de Japón tras la Segunda Guerra Mundial, y desde entonces, su uso se ha extendido a diferentes sectores, especialmente en la industria manufacturera y de servicios. Este ciclo se basa en la premisa de que los procesos, sin importar cuán eficientes sean, siempre pueden ser

evaluados y optimizados para aumentar su calidad, reducir errores y satisfacer mejor las necesidades del cliente. Dentro de las fases del Ciclo de Mejora Continua se encuentran: (Barreras, 2022).

1. Plan (Planificar): en esta primera etapa se realiza un diagnóstico de la situación actual, identificando áreas problemáticas, ineficiencias o posibles mejoras. Aquí es esencial:(Vásquez & Ramos, 2022)

- Definir claramente los objetivos de la mejora.
- Analizar el proceso existente utilizando herramientas como diagramas de flujo, análisis FODA, histogramas o diagramas de Pareto.
- Identificar las causas raíz de los problemas utilizando métodos como los 5 porqués o el diagrama de Ishikawa.
- Proponer soluciones y estrategias para corregir o mejorar el proceso.
- Este paso requiere la recopilación de datos concretos y el involucramiento del personal para establecer metas realistas y medibles.

2. Do (Hacer): en esta fase, se ejecutan las acciones planificadas en la etapa anterior, implementando los cambios o mejoras a pequeña escala (en forma de prueba piloto, si es necesario). Es importante:

- Capacitar al personal implicado en los nuevos procedimientos.
- Asegurar la correcta aplicación de las nuevas prácticas.
- Documentar todo el proceso, observando y registrando los resultados obtenidos.
- La idea es minimizar el riesgo, detectando posibles inconvenientes antes de extender la solución a toda la organización.

3. Check (Verificar): en esta etapa se evalúan los resultados obtenidos tras la implementación de las acciones. Este paso implica:

- Comparar los resultados reales con los objetivos establecidos.
- Medir los indicadores de desempeño o calidad.

- Identificar si hubo mejoras, si se alcanzaron las metas o si surgieron nuevos problemas.
- En esta fase también se puede utilizar el análisis estadístico, auditorías internas y retroalimentación del personal o clientes para evaluar la efectividad de las acciones.

4. Act (Actuar/Ajustar): durante esta fase y según los resultados obtenidos, se toman decisiones para estandarizar los cambios si fueron exitosos, o bien para realizar ajustes y corregir desviaciones si no se lograron los objetivos esperados.

Esto puede incluir:

- Modificar procedimientos.
- Capacitar nuevamente al personal.
- Redefinir las metas o estrategias.
- Además, se documentan las mejores prácticas y se integran a los procesos normales de la organización, asegurando que el aprendizaje obtenido contribuya al conocimiento colectivo.

Completado el ciclo, se puede iniciar nuevamente para abordar otras oportunidades de mejora, fomentando un proceso cíclico y continuo. La importancia del Ciclo de Mejora Continua en la Gestión de Calidad radica en lo siguiente:

- Fomenta la cultura de mejora continua: ayuda a las organizaciones a no conformarse con el status quo y buscar siempre formas de optimizar sus procesos.
- Reduce errores y desperdicios: permite identificar y corregir deficiencias antes de que impacten significativamente en la calidad o los costos.
- Incrementa la satisfacción del cliente: la mejora constante asegura que los productos y servicios cumplan con los requisitos del cliente y superen sus expectativas.
- Fortalece la toma de decisiones basada en datos: la estructura del ciclo exige un enfoque analítico y sistemático, reduciendo decisiones impulsivas o basadas en suposiciones.

- Se adapta a cualquier industria o área: es aplicable tanto en manufactura como en servicios, educación, salud, alimentación, entre otras.

La implementación de este ciclo de mejora continua es clave en el sector alimentario, es clave para:

- Garantizar la seguridad e inocuidad de los alimentos, alineando procesos con normas como ISO 22000 o HACCP.
- Mejorar la eficiencia productiva, reduciendo tiempos de espera, desperdicio de materias primas y costos operativos.
- Asegurar la calidad sensorial y nutricional del producto final.
- Responder rápidamente a cambios en regulaciones, tendencias de consumo o problemas detectados en auditorías.

Un ejemplo concreto de la aplicación del ciclo es la evaluación periódica de los protocolos de limpieza y desinfección en una planta procesadora. Si se identifica un aumento en contaminaciones cruzadas, mediante el ciclo PDCA se podría revisar el protocolo (Plan), implementar un cambio en la frecuencia o productos utilizados (Do), medir la efectividad mediante análisis microbiológicos (Check) y ajustar los procedimientos de forma permanente si se observan mejoras (Act). El Ciclo de Mejora Continua no es solo una herramienta de gestión, sino una filosofía organizacional. Su aplicación sostenida convierte a las empresas en organismos dinámicos, capaces de adaptarse a los desafíos del mercado y mantener altos estándares de calidad. En la actualidad, cualquier sistema efectivo de control de calidad incluye el PDCA como eje fundamental para asegurar la competitividad, eficiencia y satisfacción del cliente.

6.3 Sistemas de Gestión de la Seguridad Alimentaria

6.3.1 Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)

El Sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) es uno de los métodos más reconocidos y aplicados en la industria alimentaria para garantizar la inocuidad de los alimentos. Su enfoque preventivo y sistemático lo convierte en una herramienta esencial no solo para la protección de la salud

pública, sino también para fortalecer la confianza del consumidor y cumplir con regulaciones internacionales. Este método está centrado en identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la seguridad alimentaria en toda la cadena de producción. Estos peligros pueden ser: (S. Mortimore et al., 2018)

1. Biológicos: como bacterias, virus, parásitos o mohos que pueden contaminar el alimento.
2. Químicos: sustancias como residuos de pesticidas, aditivos no permitidos o contaminantes.
3. Físicos: objetos extraños como fragmentos de vidrio, metal, plásticos, entre otros.

Figura 10.

Diagrama HACCP.



Nota: Tomado de <https://www.shutterstock.com/es/search/haccp>

A diferencia de los métodos tradicionales de inspección, que muchas veces se basan en la detección de problemas en el producto final, el HACCP busca prevenirlos desde la raíz, actuando sobre los procesos. El sistema HACCP se basa en siete principios clave: (Mortimore, 2015)

1. Análisis de peligros: identificar y evaluar todos los posibles peligros asociados a cada etapa del proceso productivo.

2. Determinación de los Puntos Críticos de Control (PCC): establecer los puntos específicos del proceso donde se pueden aplicar medidas de control para prevenir o eliminar el peligro.
3. Establecimiento de límites críticos: definir los parámetros aceptables en cada PCC (por ejemplo, temperatura mínima de cocción, pH, tiempo de exposición, etc.).
4. Sistema de monitoreo: implementar procedimientos y técnicas para supervisar los PCC y garantizar que los límites críticos se cumplan.
5. Acciones correctivas: determinar las acciones a tomar cuando el monitoreo indique que un PCC está fuera de control.
6. Verificación: confirmar que el sistema HACCP está funcionando eficazmente mediante auditorías, pruebas y revisiones periódicas.
7. Documentación y registro: mantener registros detallados sobre los análisis de peligros, límites críticos, controles y acciones correctivas, asegurando trazabilidad y transparencia.

La aplicación exitosa del HACCP requiere de un enfoque estructurado y la colaboración de un equipo multidisciplinario. Los pasos generales para su implementación son:

1. Formación del equipo HACCP: incluir expertos en producción, control de calidad, microbiología, ingeniería y compras.
2. Descripción del producto: definir sus ingredientes, métodos de procesamiento, condiciones de almacenamiento, distribución y vida útil.
3. Identificación del uso esperado: determinar cómo será consumido el producto y quién será el consumidor final.
4. Elaboración del diagrama de flujo: representar gráficamente todas las etapas del proceso.
5. Verificación del diagrama de flujo in situ: asegurar que refleja fielmente el proceso real.

6. Aplicación de los siete principios HACCP: analizando cada etapa para identificar peligros, PCC, establecer controles y documentación.

Ventajas del HACCP en la Industria Alimentaria

- Prevención de riesgos alimentarios: reduce la probabilidad de intoxicaciones, retiradas de productos y daños a la salud pública.
- Cumplimiento normativo: es exigido por muchas normativas y estándares internacionales, como la FDA (EE. UU.), Codex Alimentarius y la Unión Europea.
- Optimización de procesos: identificar los PCC permite mejorar la eficiencia y reducir pérdidas.
- Confianza del consumidor y mercados internacionales: la implementación de HACCP es vista como un sello de garantía y calidad.
- Trazabilidad y transparencia: gracias a la documentación, es posible rastrear problemas y corregirlos con rapidez.

El Sistema HACCP es una herramienta poderosa y esencial para garantizar la seguridad y calidad alimentaria. Su enfoque preventivo no solo protege al consumidor final, sino que fortalece la posición competitiva de las empresas en un mercado global cada vez más exigente. La implementación adecuada del HACCP es sinónimo de compromiso con la excelencia, la inocuidad y la confianza.

6.3.2 Método: Seis Sigma en el Control de Calidad Alimentaria

El método Seis Sigma (o Six Sigma, en inglés) es una estrategia de gestión de calidad ampliamente utilizada en diversos sectores industriales, incluido el sector alimentario. Su objetivo principal es minimizar la variabilidad de los procesos y reducir al mínimo la cantidad de defectos, logrando así productos de alta calidad, consistentes y seguros para el consumidor (Pérez, 2010).

El término “Seis Sigma” hace referencia a un concepto estadístico basado en la desviación estándar (σ). En este contexto, lograr un nivel de calidad de seis

sigmas significa que un proceso tiene una probabilidad muy baja (menos de 3.4 defectos por millón de oportunidades) de generar un producto defectuoso (Barrera García et al., 2017).

Figura 11.

Diagrama SixSigma.



Nota: Tomado de: <https://www.gettyimages.com.mx/fotos/six-sigma>

El método combina principios de estadística, ingeniería de procesos y gestión para identificar y eliminar las causas de errores, mejorando la eficiencia y satisfacción del cliente. Seis Sigma se basa en dos modelos principales:

1. DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar): este modelo es ideal para mejorar procesos existentes.
2. DMADV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Verificar): aplicado cuando se busca diseñar nuevos procesos o productos desde cero con altos estándares de calidad.

Beneficios del Seis Sigma en la Industria de Alimentos

- Reducción de desperdicios: minimiza mermas en la producción y optimiza el uso de materias primas.
- Mayor satisfacción del consumidor: al estandarizar la calidad, se reduce la posibilidad de productos defectuosos o inconsistencias en sabor, textura o presentación.
- Cumplimiento normativo: facilita el cumplimiento con estándares de inocuidad, etiquetado, trazabilidad y regulaciones sanitarias internacionales.
- Mejora continua: seis Sigma es un método dinámico que busca constantemente oportunidades para mejorar procesos y productos.
- Ahorro de costos: al reducir el índice de defectos y reprocesos, disminuyen los costos operativos y de control de calidad.

Herramientas Utilizadas en Seis Sigma

- Diagrama de Pareto: permite identificar cuáles son las causas que más contribuyen a los problemas de calidad.
- Mapa de procesos: visualiza todas las etapas del proceso productivo y detecta puntos críticos.
- Análisis de capacidad del proceso (C_p , C_{pk}): mide si el proceso está dentro de los límites especificados.
- Control estadístico de procesos (SPC): monitorea la variabilidad y desempeño de cada etapa en tiempo real.
- Análisis FODA y FMEA (Análisis de Modos de Fallo y Efectos): evalúan riesgos potenciales y sus consecuencias en la seguridad alimentaria.

El método Seis Sigma representa una valiosa herramienta para el control y aseguramiento de la calidad en la industria alimentaria. Su enfoque basado en datos y en la reducción de variabilidad permite ofrecer productos más seguros, confiables y competitivos en el mercado global. Adoptar este enfoque no solo

mejora los procesos internos, sino que también fortalece la imagen de la empresa y la confianza del consumidor.

6.3.3 Método: ISO 22000 en el Control de Calidad Alimentaria

La ISO 22000 es una norma internacional específica para la gestión de la seguridad alimentaria. Su implementación permite establecer un sistema eficaz que garantiza la inocuidad de los alimentos en cada etapa de la cadena de suministro, desde la producción primaria hasta el consumidor final. Esta norma combina principios esenciales como el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) con un enfoque basado en la gestión por procesos. Fue publicada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), esta norma tiene como objetivo proporcionar un marco armonizado que asegure la producción y suministro de alimentos seguros. Se basa en los siguientes pilares: (Escanciano & Santos-Vijande, 2014).

1. Comunicación interactiva: la ISO 22000 promueve la comunicación eficaz entre todos los actores de la cadena alimentaria (productores, proveedores, distribuidores y consumidores), lo cual es fundamental para detectar y controlar riesgos.
2. Sistema de gestión: integra la estructura y requisitos de los sistemas de gestión de calidad (como ISO 9001) para garantizar la mejora continua.
3. Programas de prerrequisitos (PPR): define condiciones básicas (higiene, mantenimiento, control de plagas, limpieza) para un ambiente seguro.
4. Principios del HACCP: utiliza un enfoque sistemático para identificar, evaluar y controlar peligros significativos.

Estructura y Etapas de Implementación (Kleeberg-Hidalgo, 2007)

1. Análisis y Evaluación de Peligros:

- Se identifican posibles peligros biológicos, químicos y físicos en cada etapa de la producción.

- Se evalúa el nivel de riesgo asociado a cada uno y se establecen medidas de control.

2. Determinación de Puntos Críticos de Control (PCC):

- Se define en qué etapas es indispensable aplicar controles estrictos para prevenir, eliminar o reducir peligros.
- Ejemplo en la industria alimentaria: temperatura de cocción, niveles de pH, limpieza de maquinaria.

3. Establecimiento de Límites Críticos:

- Se definen parámetros cuantificables (temperaturas, tiempos, concentración de ingredientes) que no deben superarse para mantener la seguridad.

4. Sistema de Monitoreo:

- Se implementan registros y controles periódicos que aseguren el cumplimiento de los límites críticos.

5. Acciones Correctivas:

- Se establecen procedimientos claros para actuar cuando un proceso se desvía de los límites aceptables.

6. Documentación y Registros:

- Todo el sistema debe estar debidamente documentado para facilitar auditorías internas y externas.

7. Revisión y Mejora Continua:

- Evaluaciones periódicas permiten actualizar el sistema frente a cambios en la normativa, procesos o productos.

Beneficios de la ISO 22000 en la Industria de Alimentos (Soman & Raman, 2016)

- **Confianza del consumidor:** garantiza que los productos alimenticios cumplen con altos estándares de seguridad e inocuidad.
- **Cumplimiento normativo:** facilita la alineación con regulaciones nacionales e internacionales.
- **Competitividad en mercados globales:** muchas cadenas de distribución y exportación requieren certificaciones como ISO 22000.
- **Reducción de riesgos:** al identificar y controlar peligros potenciales, se disminuye la probabilidad de retiradas de productos o problemas legales.
- **Eficiencia operativa:** al integrar la gestión de seguridad alimentaria con otros sistemas (ISO 9001, por ejemplo), se optimizan recursos y se eliminan duplicidades.

La adopción de la norma ISO 22000 es un paso esencial para cualquier empresa del sector alimentario que desee garantizar la seguridad de sus productos y fortalecer su posición en el mercado. Su enfoque preventivo, basado en la gestión de riesgos y mejora continua, no solo protege al consumidor, sino que también impulsa la eficiencia y reputación de las empresas.

6.4 Análisis de Riesgos y Trazabilidad en la Cadena Alimentaria

En la industria alimentaria moderna, garantizar la seguridad y calidad de los productos no solo es una prioridad comercial, sino también una responsabilidad social. Cada eslabón de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo final, involucra una serie de riesgos que pueden afectar la inocuidad y calidad del alimento. Para abordar estos desafíos, dos herramientas clave han sido ampliamente adoptadas: el Análisis de Riesgos y la Trazabilidad. Estos mecanismos permiten identificar, evaluar y controlar posibles peligros, así como rastrear el origen y recorrido de los productos alimenticios, asegurando

confianza tanto para los productores como para los consumidores (Callejas-Jaramillo & Álvarez-Uribe, 2020).

El Análisis de Riesgos es un proceso estructurado que busca anticipar y gestionar cualquier peligro potencial que pueda comprometer la seguridad del alimento. Este enfoque es fundamental en sistemas como HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) y ha sido integrado en normativas internacionales como el Codex Alimentarius y la ISO 22000. El análisis de riesgos se compone de tres etapas esenciales:

- **Identificación del Peligro:** en esta fase se reconocen todos los posibles agentes biológicos (bacterias, virus, hongos), químicos (residuos de pesticidas, metales pesados) y físicos (fragmentos de vidrio, metales, plásticos) que podrían estar presentes en el alimento o en su entorno de producción.
- **Evaluación del Riesgo:** se analiza la probabilidad de que el peligro ocurra y su gravedad si llega a materializarse. Esta evaluación permite priorizar los riesgos más críticos, orientando los recursos y esfuerzos hacia los puntos más vulnerables del proceso.
- **Gestión y Control del Riesgo:** una vez identificados y evaluados los peligros, se implementan medidas preventivas y correctivas, como controles de temperatura, buenas prácticas de higiene, análisis microbiológicos periódicos o controles de proveedores. Además, se establecen los Puntos Críticos de Control (PCC) y sus respectivos límites críticos para asegurar la efectividad de los controles. En cuanto a la trazabilidad esta puede ser vista en dos dimensiones:
- **Trazabilidad hacia atrás (o ascendiente):** permite conocer el origen de las materias primas y sus proveedores.

- Trazabilidad hacia adelante (o descendiente): garantiza que cada lote de producto pueda ser identificado en el mercado y, en caso necesario, retirado de forma efectiva.

Existen ciertos elementos clave para un Sistema de Trazabilidad Efectivo

- Identificación Lote a Lote: cada producto debe estar debidamente etiquetado con códigos únicos que incluyan información relevante como fecha de producción, número de lote, proveedor y origen.
- Registros precisos: documentación detallada en cada etapa del proceso, incluyendo recepción de materias primas, procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Tecnología y automatización: el uso de sistemas informáticos, códigos QR, blockchain y sensores inteligentes permite una trazabilidad en tiempo real y sin margen de error.

La implementación conjunta del Análisis de Riesgos y la Trazabilidad es imprescindible para cualquier empresa alimentaria que aspire a garantizar la inocuidad y calidad de sus productos. Ambos sistemas no solo cumplen con los requisitos regulatorios actuales, sino que también permiten construir cadenas alimentarias más transparentes, resilientes y orientadas al consumidor, contribuyendo al fortalecimiento de la seguridad alimentaria global.

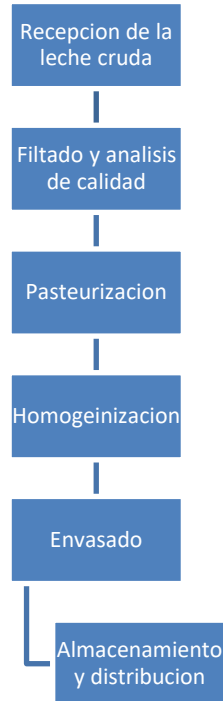
6.5 Caso Práctico: Análisis de Riesgos y Trazabilidad en la Industria Láctea

6.5.1 Análisis de Riesgos y Trazabilidad en la Industria Láctea

A continuación, se muestra un diagrama de flujo detallado de una empresa láctea en general al cual se le realizó el análisis de riesgos y trazabilidad.

Figura 12.

Diagrama de proceso de una industria láctea.



Nota: Elaboración propia, (2025).

Tabla 1.

Análisis de Riesgos y Trazabilidad

Etapa del Proceso	Riesgo Identificado	Medidas Preventivas	Puntos Críticos de Control (PCC)	Sistema de Trazabilidad Aplicado
Recepción de leche cruda	Contaminación microbiológica (Listeria, Salmonella)	Pruebas microbiológicas, control de temperatura, certificación del proveedor	Control de temperatura (<4°C) y análisis bacteriológico	Registro de proveedor, fecha de recolección, resultados de pruebas

Etapas del Proceso	Riesgo Identificado	Medidas Preventivas	Puntos Críticos de Control (PCC)	Sistema de Trazabilidad Aplicado
Filtrado y análisis de calidad	Presencia de residuos químicos (antibióticos, pesticidas)	Pruebas para detección de residuos, protocolos de rechazo	Análisis de residuos químicos	Registro de lote, pruebas químicas y origen
Pasteurización	Sobrevivencia de patógenos por falla en temperatura	Monitoreo continuo de temperatura y tiempo de pasteurización	Temperatura mínima 72°C por 15 seg	Registro de parámetros de pasteurización por lote
Envasado	Contaminación cruzada	Limpieza y desinfección de maquinaria, materiales aptos para contacto alimentario	Inspección de maquinaria y entorno	Código de lote y fecha en envase, registro de línea de producción
Almacenamiento y distribución	Ruptura de cadena de frío	Control de temperatura en cámaras y transporte refrigerado	Temperatura constante (<4°C)	Registro de temperatura, rutas y distribuidores

En cada etapa, el **Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP)** identifica las posibles amenazas a la inocuidad del producto. A través de medidas preventivas y monitoreo continuo, se mitigan estos riesgos. Paralelamente, el **sistema de trazabilidad** permite registrar y vincular toda la información desde la granja hasta el consumidor final, facilitando el retiro eficiente de productos en caso de contingencia. Además, mediante códigos de lote y documentación digitalizada, es posible rastrear cualquier incidente hacia

su fuente, fortaleciendo la confianza del consumidor y cumpliendo normativas nacionales e internacionales.

Finalmente, el presente libro constituye un aporte esencial para la comprensión y evolución de un sector tan estratégico como el alimentario. A lo largo de sus capítulos, queda demostrado que la incorporación de tecnologías emergentes no es solo una opción, sino una necesidad imperante para enfrentar los retos actuales y futuros en términos de calidad, seguridad, sostenibilidad y competitividad. La obra aborda de manera integral cada eslabón de la cadena alimentaria, desde las prácticas agrícolas y de producción primaria, hasta los procesos de transformación, distribución y consumo, ofreciendo una visión holística que conecta la innovación tecnológica con la demanda de productos más saludables, seguros y sostenibles.

Además, se menciona la importancia de la digitalización, la automatización, la biotecnología y otros avances que permiten optimizar los procesos productivos, reducir desperdicios y minimizar el impacto ambiental. No se limita únicamente a presentar tecnologías; también analiza los desafíos éticos, regulatorios y sociales que acompañan su implementación, fomentando una reflexión crítica sobre el papel de la industria alimentaria en el contexto global actual.

En un mundo marcado por el crecimiento poblacional, el cambio climático y las exigencias de consumidores cada vez más informados, esta obra se convierte en una guía indispensable para académicos, profesionales, empresarios y responsables de políticas públicas. Su enfoque multidisciplinario proporciona herramientas prácticas y teóricas para la toma de decisiones fundamentadas, contribuyendo al desarrollo de sistemas alimentarios resilientes y responsables. En definitiva, *Innovaciones y Tecnologías en la Industria de Alimentos: Desde la Producción hasta el Consumo* no solo destaca por su rigor científico y técnico, sino también por su capacidad de inspirar a los actores del sector a adoptar una visión estratégica, sostenible e innovadora que garantice el

acceso a alimentos seguros, de calidad y disponibles para las generaciones presentes y futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad Altelarrea, C., Navarro Rocha, J., & Gimeno Martínez, D. (2023). *Extracción de especies vegetales para la obtención de extractos con propiedades antifúngicas y antioxidantes, de interés en la industria alimentaria* [B.S. thesis]. <https://zaguan.unizar.es/record/134191>
- Abad, C. (2023). *Extracción de especies vegetales para la obtención de extractos con prioridades antifúngicas y antioxidantes, de interés para la industria alimentaria* [Experimental, Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/134191/files/TAZ-TFG-2023-4647.pdf>
- Acevedo, D. (2021). Seguridad alimentaria: Rehén de su origen histórico-conceptual y víctima de la miopía. *CONfines de relaciones internacionales y ciencia política*, 17(33), 35-59.
- Ahmad, A., Mahmood, N., Hussain, M., Aiman, U., Al-Mijalli, S. H., Raza, M. A., & Al Jbawi, E. (2023). Improvement in oxidative stability and quality characteristics of functional chicken meat product supplemented with aqueous coriander extract. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 855-865. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2189086>
- Alarcon, M. T., Conde, C. G., Mendez, G. L., Pineda, Y. A., Lagares, O. V., & Abello, E. C. (2019). Pasteurización mediante microondas una novedosa alternativa a los procesos tradicionales. *@ limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 17(1), 93-104.
- Alejandro, G. A. R., & La Rosa, A. J. O. (2018). Implementación del ciclo de mejora continua Deming para mejorar la productividad en el área de logística de la empresa de confecciones KUYU SAC LIMA-2016. *INGENIERÍA: Ciencia*,

Tecnología e *Innovación*, 5(2).

<https://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/969>

Aliaga, E. D., Allué, I. P., & Ribes-Koninckx, C. (2021). Trastornos asociados al gluten. *Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Gastroenterología, Hepatología y Nutrición* *Pediátrica*.

https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/12_trast_gluten.pdf

Alvarez, I. M. G. (2020). Productos orgánicos como parte de los sistemas de producción de alimentos sostenibles en el campo gastronómico. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 743-755.

Andreu, M., & Saavedra-Coutado, C. (2022). El rol de los fermentos en la sostenibilidad alimentaria. *Nutricion hospitalaria*, 39(SPE3), 56-59.

Arias-Giraldo, S., Ceballos-Peñaloza, A. M., & Gutiérrez-Mosquera, L. F. (2019a). Evaluación de los parámetros del proceso de congelación para la pulpa de Açaí. *TecnoLógicas*, 22(46), 29-42.

Arias-Giraldo, S., Ceballos-Peñaloza, A. M., & Gutiérrez-Mosquera, L. F. (2019b). Evaluación de los parámetros del proceso de congelación para la pulpa de Açaí. *TecnoLógicas*, 22(46), 29-42.

Balvoa-Caguana, S. I., Heredia-Moyano, M. F., Gualapuro-Gualapuro, M. R., & Yanchapanta-Bastidas, V. N. (2021). La radiación ionizante gamma y usos actuales en ciencias agrícolas, oportunidades para los cultivos andinos: Breve revisión. *Polo del Conocimiento*, 6(6), 352-375.

Barazón Peña, M. (2024). *Aplicación de procesos de membrana para la recuperación de oligosacáridos en extractos de residuos vegetales*.
<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/70709>

Barbosa-Cánovas, G., & Bermúdez-Aguirre, D. (2010). Procesamiento no térmico de alimentos. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 1(1), 81-93.

- Barrera García, A., Cambra Díaz, A., & González González, J. A. (2017). Implementación de la metodología seis sigma en la gestión de las mediciones. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(2), 8-17.
- Barreras, I. Z. (2022). La mejora continua: Elemento de competitividad empresarial. *Revista electrónica sobre cuerpos académicos y grupos de investigación*, 9(17). <http://mail.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/253>
- Battacchi, D., Verkerk, R., Pellegrini, N., Fogliano, V., & Steenbekkers, B. (2020). The state of the art of food ingredients' naturalness evaluation: A review of proposed approaches and their relation with consumer trends. *Trends in Food Science & Technology*, 106, 434-444.
- Bernaert, H., & Gabi, K. (2022). *Cacao pod husk powder, method of its preparation and its use in food, pharmaceutical and cosmetic compositions*. Google Patents. <https://patents.google.com/patent/US20220256881A1/en>
- Blanco-Ariza, A. B., Vásquez-García, Á. W., García-Jiménez, R., & Melamed-Varela, E. (2020). *Estructura organizacional como determinante competitivo en pequeñas y medianas empresas del sector alimentos*. <https://bonga.unisimon.edu.co/items/d47e230d-9d80-4f8c-8ce7-3eb135b1f210>
- Bolaño Fontalvo, J. C., Fontalvo Martínez, T. S., Corrales, A., & MOJICA HERAZO, J. C. (2022). Revisión de las tecnologías emergentes en el envase y procesamiento de alimentos agroindustriales. *Boletín en Innovación, Logística y Operaciones (BILO)*, 3(2), 1-10.
- Brizuela, G., Cova, M. C., Monzón, J., & Varona, P. (2022). Ley 27.642 de Promoción de la Alimentación Saludable. *Recomendaciones de políticas de fomento a la reformulación de alimentos*. Documento, 35. https://www.colegionutricionrosario.org/ley_de_alimentos/ministerio_de_economia_recomendaciones_de_reformulacion_de_alimentos.pdf

- Caballero-Figueroa, E., Terrés, E., Hernández-Hernández, H. M., & Escamilla-García, M. (2022). Revisión sobre las tecnologías emergentes no térmicas para el procesamiento de alimentos. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 25. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-888X2022000100307&script=sci_arttext
- Callejas-Jaramillo, L. F., & Álvarez-Urbe, K. C. (2020). Trazabilidad en la cadena de suministro alimentaria: Un estudio bibliométrico. *Revista CIES Escolme*, 11(2), 277-297.
- Callejo Ramos, A. (2018). Conservación de forrajes (V): Fundamentos del ensilado. *Frisona española*, 223, 70-78.
- Camacho, J. (2023). Modernidad tecnológica en la producción de alimentos: ¿otro campo es posible? *Encrucijadas*, 23(1), 1-24.
- Campbell-Platt, G. (2017). *Food science and technology*. John Wiley & Sons. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7Ls1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Campbell-Platt,+G.+\(2017\).+&ots=9DeWtcB2z8&sig=R_eYcZokDyD_i0wbtFFMzV6COio](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7Ls1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Campbell-Platt,+G.+(2017).+&ots=9DeWtcB2z8&sig=R_eYcZokDyD_i0wbtFFMzV6COio)
- Carpentieri, S., Režek Jambrak, A., Ferrari, G., & Pataro, G. (2022). Pulsed electric field-assisted extraction of aroma and bioactive compounds from aromatic plants and food by-products. *Frontiers in Nutrition*, 8, 792203.
- Carpio, X. A. C., Moreira, A. M. L., & Carpio, J. C. (2023). Tecnología en Alimentos: Tendencias. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 8(3), 2861-2871.
- Carrillo, C. A. V., & Mojica, L. (2024). Revisión histórica y conceptual de los alimentos funcionales: Antecedentes, perspectivas y desafíos. *Journal of Behavior and Feeding*, 4(7), 11-20.

- Cedeño, X., López, A., & Cedeño, J. (2023). Tecnología en alimentos: Tendencias. *Polo del Conocimiento*, 8(3), 2861-2871.
- Chimborazo, S. S., Quille, D., Sánchez, E., & Pilco, C. J. (2021). Principios activos de origen biológico para favorecer la inocuidad en frutas y hortalizas. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 28(1), 81-88.
- Concha, A. Y., & Ferrer Pérez, V. A. (2019). Análisis de la producción científica mundial sobre esterilización forzada de mujeres con discapacidad entre 1997 y 2016. *Gaceta Sanitaria*, 33, 381-388.
- Cova, M. C. (2020). Una mirada a las radiaciones ionizantes y la seguridad alimentaria. *Hojitas de Conocimiento. Salud; n° 15*.
- Cuggia-Jiménez, C., Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D. (2020). Manufactura esbelta: Una revisión sistemática en la industria de alimentos. *Información tecnológica*, 31(5), 163-172.
- D'Alemán, C. (2008). Los ocho principios de la calidad. *Recuperado de <http://www.qmtltda.com/phocadownload/G.Calidad/doc>*, 204, 208.
- Díaz, L. G., Tarifa, P. G., Olivera, S., Gerje, F. L., Benítez, M. B., & Ercoli, P. H. (2014). *Alimentos: Historia, presente y futuro*.
- Dos Santos Nina, N. V., Batista dos Santos, C., & Silva de Souza, R. (2018). *La industria de alimentos: Desafíos para el siglo XXI*.
- Enríque, L. R. G., & Pérez, E. G. (2022). Implementación de un sistema de gestión de calidad e inocuidad alimentaria en una comercializadora de alimentos. *Conciencia Tecnológica*, 63, 2.
- Entote Sotero, R. (2023). *Encapsulación de saborizantes utilizados en la Industria de Alimentos*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/139858>

- Escanciano, C., & Santos-Vijande, M. L. (2014). Reasons and constraints to implementing an ISO 22000 food safety management system: Evidence from Spain. *Food Control*, 40, 50-57.
- FAO. (2018). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Migración, agricultura y desarrollo rural. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e17ff278-e928-44c1-87de-b7c9cfa90967/content>
- FAO. (2023). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Revelar el verdadero Costo de los alimentos para transformar los sistemas agroalimentarios*.
<https://doi.org/10.4060/cc7724es>
- Feito, M. C., Vera, N. M., Acosta Flequer, M. A., López, N. S., & Peralta, M. B. (2024). *Derecho a la alimentación y agricultura familiar. Normativas y políticas públicas para un sector clave en la seguridad alimentaria y nutricional, en el periurbano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires*.
<https://repositoriocyf.unlam.edu.ar/handle/123456789/2276>
- Fellows, P. J. (2018). *Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y prácticas*.
<https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/83870>
- Fito, P., Andrés, A., Barat, J., & Albors, A. (2016). Introducción al secado de alimentos por aire caliente. *Universitat Politècnica de València*.
https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true
- Fundación Europea para la Innovación. (2024). *Informe tendencias agroalimentarias*.
<https://www.comarquesdeponent.com/media/comarquesdeponent/files/2024/04/04/Tendencias%20Agroalimentarias%20Informe.pdf>

- García Caballero, M. L. (2019). *Propuesta de indicadores y cuentas de contabilidad ambiental para la entidad Cubacar Varadero*. [PhD Thesis, Universidad de Matanzas. Facultad de Ciencias Empresariales].
<https://rein.umcc.cu/handle/123456789/2691>
- García Echavarría, O., & Duarte Ortiz, Y. Y. (2022). *La cultura fitness contemporánea desde una perspectiva sociológica*.
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/27392>
- García, S., Ordoñez, S., López-Molina, V. M., Lacruz-Pleguezuelos, B., Carrillo De Santa Pau, E., & Marcos-Zambrano, L. J. (2023). Citizen science helps to raise awareness about gut microbiome health in people at risk of developing non-communicable diseases. *Gut Microbes*, 15(1), 2241207.
<https://doi.org/10.1080/19490976.2023.2241207>
- García-Vázquez, R., Sánchez-Toledano, B. I., López-Santiago, M. A., & Valdivia-Alcalá, R. (2024). INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA: CARACTERIZACIÓN HEDÓNICA DE QUESOS FUNCIONALES CON HARINA DE FRIJOL. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 47(1), 43-43.
- Gato, J., & José, M. (2021). *Revisión bibliográfica sobre nuevas técnicas de obtención de extractos a partir de sustratos vegetales* [B.S. thesis].
<https://dehesa.unex.es/handle/10662/13171>
- Gómez, J. M. P., Santiago, Y. P. O., Rivera, D. L., & Pedraza, M. D. (2023). Análisis de la deshidratación de alimentos a velocidad constante mediante curvas de secado. *Tendencias en la investigación universitaria. Una visión desde Latinoamérica*. Vo. XXII, 238-247.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9737496>
- González, E. (2023). *La calidad de un producto: ¿Qué es y cómo mejorarla*. Obtenido de Es DESiGn: [https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad ...](https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad...)

- González Urbina, D. del C. (2023). *Procesos de pasteurización recomendados por la literatura científica entre 1975 y 2021: Revisión sistemática*.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/195616>
- Gracia, J. F. H., & Garza, A. M. P. (2020). Obesidad y desnutrición en México. *Boletín Científico De La Escuela Superior Atotonilco De Tula*, 7(13), 16-18.
- Gramajo, M. G. P. (2019). Aplicación de los métodos de conservación de alimentos. *Revista Ingeniería y Ciencia*, 1(15).
<http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/riyc/article/view/1009>
- Granato, D., Barba, F., Bursac, D., Lorenzo, J., Cruz, A., & Puntnik, P. (2020). Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing and Safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11, 93-118.
- Granato, D., Barba, F. J., Bursac Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11(1), 93-118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Hamid, A., Thakur, A., & Thakur, N. (2021). Role of functional food components in COVID-19 pandemic: A review. *Annals of Phytomedicine*, 10(1), 240-250.
- Hernandez, D. (2018). *Ingeniería en Industrias Alimentarias*. - Buscar con Google (Vicepresidencia Académica de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja.).
[https://www.google.com/search?q=Hern%C3%A1ndez%2C+D.+%282018%29.+Ingenier%](https://www.google.com/search?q=Hern%C3%A1ndez%2C+D.+%282018%29.+Ingenier%C3%BA)
- Holdsworth, S. D., & Simpson, R. (2016). *Thermal Processing of Packaged Foods*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24904-9>
- Huerta-Dueñas, M., & Sandoval-Godoy, S. A. (2018). Sistemas de calidad como estrategia de ventaja competitiva en la agroindustria alimentaria. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(1), 19-28.

- Huerta-Riveros, P., Yáñez-Alvarado, M., & Leyton-Pavez, C. (2022). Factores que impactan en la calidad de vida y su incidencia en las directrices sanitarias. *Hacia la Promoción de la Salud*, 27(2), 130-143.
- Hutachok, N., Koonyosying, P., Paradee, N., Sukeaw, R., Utama-ang, N., & Srichairatanakool, S. (2023). Testing the Feasibility and Dietary Impact of Macaroni Fortified with Green Tea and Turmeric Curcumin Extract in Diabetic Rats. *Foods*, 12(3), 1-15.
- Inocente-Quiroz, F. E., Eccoña-Sota, A., & Silva-Paz, R. J. (2021). Alimentos mínimamente procesados: Generalidades, procesamiento, consumo y cambios físicos, químicos y biológicos. *Agroindustrial Science*, 11(1), 117-126.
- Kleeberg-Hidalgo, F. (2007). El HACCP y la ISO 22000: Herramienta esencial para la inocuidad y calidad de los alimentos. *Ingeniería industrial*, 025, 69-86.
- Koubaa, M., Barba, F. J., Kovačević, D. B., Putnik, P., Santos, M. D., Queirós, R. P., Moreira, S. A., Inácio, R. S., Fidalgo, L. G., & Saraiva, J. A. (2018). Pulsed electric field processing of fruit juices. En *Fruit juices* (pp. 437-449). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128022306000229>
- Lagares, M. D. (2016). *Leche fortificada con hierro microencapsulado: Un alimento de calidad diferenciada* [B.S. thesis].
- Lee, S., Goodson, M. L., Vang, W., Rutkowsky, J., Kalanetra, K., Bhattacharya, M., Barile, D., & Raybould, H. E. (2021). Human milk oligosaccharide 2'-fucosyllactose supplementation improves gut barrier function and signaling in the vagal afferent pathway in mice. *Food & Function*, 12(18), 8507-8521.
- Lespinaud, A. R. (2010). *Simulación y optimización del tratamiento térmico de alimentos envasados en recipientes de vidrio* [PhD Thesis, Universidad Nacional de la Plata]. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/2671>

- Lisintuña Toapanta, D. E. (2022). *Análisis de los fundamentos y aplicaciones de las tecnologías no térmicas más utilizadas en frutas y vegetales* [B.S. thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ...]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/handle/123456789/34931>
- Llanos Huaracallo, M. M., & Arias Huanacuni, V. I. (2019). *Demanda para la Comercialización de un Sistema de Pasteurización Termo Solar, Dirigido al Sector Productor de Quesos, Región Arequipa 2017*. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8520>
- López, F., Valencia, J., & Medina, L. (2016). Modelado de la transferencia de calor en el tratamiento térmico de productos enlatados. *Información Tecnológica*, 27(6), 85-94. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000600009>
- López, M. & Luque, M. (2020). Liquid-Phase Extration, chapter 11: Soxhlet Extraction. *Elsevier*, 327-342.
- López-Bascón, M. A., & De Castro, M. L. (2020). Soxhlet extraction. En *Liquid-phase extraction* (pp. 327-354). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128169117000116>
- Marín Galvín, R. (2019). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: Tratamiento y control de calidad de aguas*. Ediciones Díaz de Santos. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jmzWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR13&>
- Martínez Moreno, A. G., & López-Espinoza, A. (2016). La transición del comportamiento alimentario: Una explicación desde la teoría de la conducta. *Universitas Psychologica*, 15(4), 1-10.
- Martínez-Rodríguez, A. J., & Silván, J. M. (2021). *Máster en Calidad y Seguridad Alimentaria*. <https://digital.csic.es/handle/10261/253438>

- Matos, M., Luque, S., & Gutiérrez, G. (2020). Formulación y estabilidad de emulsiones para encapsulación de biocompuestos. *Anales de Química*, 116(2), 69-80.
- Mejía Chávez, A. O., & Ramírez Pablo, F. B. (2020). *El impacto de la innovación tecnológica en el desarrollo del sistema agroalimentario en México*. <https://ru.iiec.unam.mx/2982/>
- Meléndez, M., García, A., & Ventura, N. (2020). Perspectiva e impacto en la salud del consumo de los alimentos funcionales y nutraceuticos en México. *Revista RD*, 1, 114-136.
- Meléndez-Sosa, M. F., García-Barrales, A. M., & Ventura-García, N. A. (2020). Perspectivas e impacto en la salud del consumo de los alimentos funcionales y nutraceuticos en México. *RD-ICUAP*, 6(1), 114-136.
- Mendoza, J. X. C., Ríos, C. M. M., Bravo, M. J. M., Zambrano, G. M. T., & Barberán, J. R. M. (2024). Optimización de la cadena de suministro en la agroindustria de servicio alimentario: Supply Chain Optimization in the Food Service Agribusiness. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 5(2), ág-458.
- Mengod Bautista, J. (2020). *Uso de ultrasonidos para la caracterización no destructiva de frutas y verduras*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/151259>
- Molina, J. J. F. (2020). Predicción de la Vida Útil de los Alimentos. *parameters*, 39(12), 57.
- Mora Núñez, A. G., Orozco Herrera, J. F., Pampin Copa, O. E., & Peñafiel Jaramillo, K. M. (2022). Manejo higiénico de los alimentos y enfermedades de transmisión alimentaria. *Bol. malariol. salud ambient*, 804-811.
- Mora, P., & Ruiz, M. (2023). Zona Azul en Guanacaste: Significado y relatos de la vida real. *Wimb Lu*, 18(2), 143-152.

- Mora, P. & Ruiz, M. (2023). Zona Azul en Guanacaste: Significado y relatos de la vida real. *Revista de estudio de Psicología UCR*, 18(2), 143-152.
- Mortimore, S. E. (2015). *HACCP, una guía breve para la industria alimentaria*.
<https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/83810>
- Mortimore, S., Wallace, C., Sperber, W. H., & Borde-Lekona, B. (2018). *HACCP: Enfoque práctico*. Acribia.
<https://euskadi.osasuna.ezagutzarenataria.eus/documentos/6478d7cd2c6d5e7ba65b0933>
- Nava, H. Á., & Villarreal, M. B. (2019). Emulsiones en alimentos y sus aplicaciones. *Presencia universitaria*, 7(14), 64-73.
- Navarro Saldaña, G., Rubio Aguilar, V., Lavado Huarcaya, S., Minnicelli, A., & Acuña, J. (2017). Razones y Propósitos para Incorporar la Responsabilidad Social en la Formación de Personas y en Organizaciones de Latinoamérica. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 11(2), 51-72.
- Ochoa-Reyes, E., de Jesús Ornelas-Paz, J., Ruiz-Cruz, S., Ibarra-Junquera, V., Pérez-Martínez, J. D., Guevara-Arauz, J. C., & Aguilar, C. N. (2013). Tecnologías de deshidratación para la preservación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Biotecnia*, 15(2), 39-46.
- Ohama, H., Ikeda, H., & Moriyama, H. (2008). Health foods and foods with health claims in Japan. En *Nutraceutical and functional food regulations in the United States and around the world* (pp. 249-280). Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123739018000172>
- Ordoñez, S. (2023). *Elaboración y estudio reológico de emulsiones agua-CBD empleando tensoactivos de grado alimentario para su aplicación en la industria de alimentos* [Experimental, Universidad Central del Ecuador].

<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9339a4dc-c5b6-4ec3-874f-8054514728fe/content>

Parada, J. (2020). Desafíos de la ciencia y tecnología de alimentos en el contexto actual y futuro. *Agro sur*, 48(1), 25-27.

Parniakov, O., Toepfl, S., Barba, F. J., Granato, D., Zamuz, S., Galvez, F., & Lorenzo, J. M. (2018). Impact of the soy protein replacement by legumes and algae based proteins on the quality of chicken rotti. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2552-2559. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3175-1>

Pérez Castañeda, A. T., & Serrato Castillo, E. J. (2019). *Evaluación del efecto de dos métodos de deshidratación sobre las características de un snack de tubérculos andinos (O. tuberosa, U. tuberosus y T. tuberosum) y análisis de su vida útil.*

Pérez, M. (2010). *Metodologías Seis Sigma a través de EXCEL*. RC libros. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FPdEyTzh6c4C&oi=fnd&pg=PA1&dq=sEIS+SIGMA&ots=X8SiU5udyY&sig=kFNrajfzjg7iCl0e31cFAkzvN_E

Pérez Samper, M. de los Á. (2020). *La historia de la alimentación: Un proyecto de historia total*. <https://digital.csic.es/handle/10261/279881>

Picó Camús, C. (2023). *Análisis estratégico de la Industria Alimentaria*. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/136088>

Pingo, P. M. A., Poicon, E. C. L. F., Vargas, S. R., & Tito, L. P. D. (2020). Gestión de la calidad: Un estudio desde sus principios. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 25(90), 632-647.

Pulido Morales, J. D., Gonzales García, M., & Buenaventura Vásquez, H. F. A. (2021). *Alimentación y tecnología. ¿Cómo influye?* <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/10989>

- Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Režek Jambrak, A., Barba, F. J., Cravotto, G., Binello, A., Lorenzo, J. M., & Shpigelman, A. (2017). Innovative “green” and novel strategies for the extraction of bioactive added value compounds from citrus wastes—A review. *Molecules*, 22(5), 680.
- Quezada-Figueroa, G., Riquelme-Riquelme, S., Lara-Sanhueza, J., Melín-Palma, D., Navarro-Cruz, A., & Segura-Badilla, O. (2023). Sostenibilidad alimentaria y prevalencia de consumo de preparaciones tradicionales y típicas en hogares del centro-sur de Chile. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN)*, 73(Supl. 2), 16-23.
- Ramos-Villaruel, A. Y., Martín-Belloso, O., & Soliva-Fortuny, R. (2013). *Intense light pulses: Microbial inactivation in fruits and vegetables*.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20133309847>
- Restrepo Betancur, F. (2022). Obesidad y sobrepeso en Estados Unidos de Norteamérica en la última década. *NOVA: Publicación Científica en Ciencias Biomédicas*, 20(39).
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&au>
- Reyes Chávez, M. (2022). *Evaluación de un intercambiador para el sistema de enfriamiento de los envases de chile habanero en la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón”*. <https://rein.umcc.cu/handle/123456789/1934>
- Robles, C. M., García, J. I. B., Cáceres, S. S., & Castillo, N. del R. T. (2023). Degradación de los componentes químicos presentes en los alimentos por influencia de la temperatura. *Polo del Conocimiento*, 8(8), 1736-1753.
- Robles-Ozuna, L. E., & Ochoa-Martínez, L. A. (2012). Ultrasonido y sus aplicaciones en el procesamiento de alimentos. *Revista iberoamericana de tecnología postcosecha*, 13(2), 109-122.

- Saifullah, M., Ferdowsi, R., Rahman, M. R., & Vuong, Q. (2019). Micro and nano encapsulation, retention and controlled release of flavor and aroma compounds: A critical review. *Trends in Food Science & Technology*.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.030>
- Salcedo, J., Garcia, C., & Salcedo-Hernandez, D. (2018). Propiedades funcionales de almidones de ñame (*Dioscorea alata*). *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 16(2), 99-107.
- Sanchez Ayala, T. M., & Uculmana Navarro, C. G. M. (2022). *Evaluación del efecto del escaldado y secado convectivo del nivel proteico de las hojas de remolacha (Beta Vulgaris) para su aplicación en galletas*.
<https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7377>
- Sandoval-Salas, F., Méndez-Carreto, C., Ortega-Avila, G., Barrales-Fernández, C., Hernández-Ochoa, L. R., & Sanchez, N. (2022). A biorefinery approach to biodiesel production from castor plants. *Processes*, 10(6), 1208.
- Singh, A., & Ramaswamy, H. S. (2015). Effect of product related parameters on heat-transfer rates to canned particulate non-Newtonian fluids (CMC) during reciprocation agitation thermal processing. *Journal of Food Engineering*, 165, 1-12.
- Soleno Wilches, R. (2015). Non thermal technologies in the processing and conservation of vegetable foods. A review. *REVISTA COLOMBIANA DE INVESTIGACIONES AGROINDUSTRIALES*, 2, 73-83.
- Soman, R., & Raman, M. (2016). HACCP system–hazard analysis and assessment, based on ISO 22000: 2005 methodology. *Food control*, 69, 191-195.
- Stephania, V. M. V., Santiago, A. D., Alberto, B. B. J., Elsa, B. B. E., Jael, F. P. A., Ricardo, M. P. J., & Aarón, G. S. L. (2023). *Análisis de las ventajas de prototipos de secadores solares para la deshidratación de alimentos de origen vegetal*.

https://iydt.wordpress.com/wp-content/uploads/2023/05/2_61_retroalimentacion-para-revisor-analisis-de-las-ventajas-de-prototipos-de-secadores-solares-para-la-deshidratacion-de-alimentos-de-origen-vegetal__.pdf

Surowsky, B., Froehling, A., Gottschalk, N., Schlüter, O., & Knorr, D. (2014). Impact of cold plasma on *Citrobacter freundii* in apple juice: Inactivation kinetics and mechanisms. *International journal of food microbiology*, 174, 63-71.

Tang, C.-H. (2020). Globular proteins as soft particles for stabilizing emulsions: Concepts and strategies. *Food Hydrocolloids*, 103, 105664.

Tapia-Hernández, J. A., Del-Toro-Sánchez, C. L., Cinco-Moroyoqui, F. J., Ruiz-Cruz, S., Juárez, J., Castro-Enríquez, D. D., Barreras-Urbina, C. G., López-Ahumada, G. A., & Rodríguez-Félix, F. (2019). Gallic Acid-Loaded Zein Nanoparticles by Electro spraying Process. *Journal of Food Science*, 84(4), 818-831.
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.14486>

Toricella-Morales, R. G., Pulido-Álvarez, H., & Zamora-Utset, E. (2020). *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria*. Editorial Universitaria (Cuba).
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jeDzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=calidad+alimentaria&ots=1lluvljDEh&sig=AV-XwM4zQALUIFsqeZ07PoUvmXk>

Umaña Cerros, E. (2007). *Conservación de alimentos por frío*. 9.

Vásquez, K. S., & Ramos, J. L. R. Z. (2022). El ciclo Deming y la productividad: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de investigación. *Qantu Yachay*, 2(1), 63-79.

- Vázquez, A. & García, R. (2020). *Manual de tecnología de alimentos*. Facultad de Químico Farmacéutico Biológico. <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Tecnologia-de-Alimentos.pdf>
- Vázquez, A., & García, R. (2020). Manual de tecnología de los alimentos. *Universidad Veracruz*, 3, 103.
- Velasco, C. & García, P. (2014). Tecnología de alimentos y evolución de los alimentos de textura modificada; del triturado o el deshidratado a los productos actuales. *Nutrición Hospitalaria*, 29(3), 465-469.
- Velasco, C., & García-Peris, P. (2014a). Tecnología de alimentos y evolución en los alimentos de textura modificada: Del triturado o el deshidratado a los productos actuales. *Nutrición Hospitalaria*, 29(3), 465-469.
- Velasco, C., & García-Peris, P. (2014b). Tecnología de alimentos y evolución en los alimentos de textura modificada: Del triturado o el deshidratado a los productos actuales. *Nutrición Hospitalaria*, 29(3), 465-469.
- Velázquez, M. (2011). Congelación de alimentos. *Universidad Autónoma Agraria Antonio*.
- Vera, J. H. C. (2023). Modernidad tecnológica en la producción de alimentos: ¿otro campo es posible? *Encrucijadas: Revista Crítica de Ciencias Sociales*, 23(1), 16.
- Villagrán De la Mora, B. Z., González Torres, Y. S., Montalvo González, E., García de Alba Verduzco, J. E., Ramírez Hernández, B. C., & Anaya Esparza, L. M. (2022). *Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana*. <http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/handle/123456789/1416>
- Villagrán, Z., González, S., Montalvo, E., García, J., Ramírez, C., & Anaya, L. (2022). Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana. *Salud y Educación*, 10(20), 223-231.

Wan, J., Coventry, J., Swiergon, P., Sanguansri, P., & Versteeg, C. (2009). Advances in innovative processing technologies for microbial inactivation and enhancement of food safety—pulsed electric field and low-temperature plasma. *Trends in Food Science & Technology*, 20(9), 414-424.

Willer, H., Trávenícek, J., Meier, C., & Schletter, B. (2022). The world of organic agriculture statistics and emerging trends 2021. *IFOAM - Organics International*.
<https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2022-01/1150-organic-world-2021.pdf>

Yiannas, F., & Mayne, S. T. (2021). Releases Cyclospora Prevention, Response, and Research Action Plan. *FDA Food and Drug Administration*, 1.

DE LOS AUTORES

IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) - Facultad de Ciencias Pecuarias

Carrera de Agroindustria; ivan.salgado@epoch.edu.ec

ORCID: 0000-0002-3332-6096

Nació en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo – Ecuador en 1983.

Recibió el grado de Ingeniero En Industrias Pecuarias y como Título Cuarto Nivel, Magister En Procesamiento De Alimentos, Ha trabajado en el sector público como Técnico del MAGAP y Técnico profesional del GADM de Pangua, ha ejercido la actividad docente en varias instituciones como el Centro de Capacitación Ocupacional de gastronomía “Canadian School”, Profesor de la Escuela Superior Politécnica del Ejército y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo desde el año 2010, perteneciendo por varios periodos académicos a la comisión de Evaluación y Acreditación de la Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias y como Coordinador de la Comisión de Eventos Académicos Nacionales e Internacionales de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Miembro del grupo de Investigación SEALPRA –ESPOCH como coordinador subrogante, forma parte de dos proyectos de investigación en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, siendo el director de uno de ellos, en la actualidad es Coordinador del Proyecto de Vinculación denominado Banco de Alimentos Riobamba, posee un sinnúmero de publicaciones en revistas indexadas y participación en congresos internacionales en calidad de ponente de los trabajos de investigación realizados. Acreedor de varios galardones nacionales entre los que destacan ganador como tutor en la II feria de Ciencia y Tecnología de la FCP – ESPOCH, tercer lugar en la I feria de Ciencia e Innovación denominada “QALLARIX”, docente habilitado para educación superior por el SENESCYT. Facilitador de varios cursos y seminarios organizados por diversas instituciones públicas y privadas, de igual manera ha participado en determinados cursos de mejoramiento profesional en el área de la industria alimentaria y pedagógica.

TATIANA ELIZABETH SÁNCHEZ HERRERA

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)- Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Agroindustria; tsanchez@epoch.edu.ec <https://orcid.org/0000-0003-2733-7941>

Nacida en Ambato, Tungurahua-Ecuador en 1987, recibió el grado de Ingeniera en Industrias Pecuarias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), es Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial en la universidad Técnica de Ambato, con experiencia profesional en Industrias de Curtiembre en el área de producción, control de calidad y Normas ISO 9001, actualmente ejerce como profesora en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Facultad de Ciencias Pecuarias, es miembro y coordinadora subrogante de proyectos de investigación perteneciente al grupo SEALPRA, con varias publicaciones nacionales e internacionales y posee experiencia en actividades académicas como gestión y vinculación.



PUERTO MADERO
EDITORIAL

ISBN 978-631-6557-55-1



9 786316 557551