

**TATIANA VALDIVIA-BARRA**



**PRINCIPIOS  
BÁSICOS  
DE LA CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA  
DE ALIMENTOS**



**DOI: 10.35622/inudi.b.097**



# Principios básicos de la ciencia y tecnología de alimentos

DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.097>

**Tatiana Valdivia-Barra**

Con afiliación a la Universidad Nacional del Altiplano

<https://orcid.org/0000-0003-0456-4930>

[tvaldivia@unap.edu.pe](mailto:tvaldivia@unap.edu.pe)



## Principios básicos de la ciencia y tecnología de alimentos

Tatiana Paulina Valdivia Barra  
(Autora)

### Publicado en:

Puno, mayo del 2023

ISBN: 978-612-5069-88-7 (PDF)

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-03918

DOI: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.97>

Categoría: Texto universitario

**Jefe del Fondo editorial:** Wilson Sucari

**Editores:** Wilson Sucari / Patty Aza / Antonio Flores

**Corrección de estilo:** Antonio Flores

**Diseño de portada:** Antonio Flores

**Editorial:** Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.

Urb. Ciudad Jardín Mz. B3 Lt. 2, Puno – Perú

**RUC:** 20608044818

**Email :** [editorial@inudi.edu.pe](mailto:editorial@inudi.edu.pe) / [info@inudi.edu.pe](mailto:info@inudi.edu.pe)

**Teléfono:** +51 973668341

**Sitio web:** <https://editorial.inudi.edu.pe>

Publicado en Perú / Posted in Peru



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

**Evaluación de contenido:** Esta obra ha sido evaluada por pares doble ciego, aprobada por el Consejo Editorial del Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú y editada bajo procedimientos que garantizan su normalización.

*Los autores son moral y legalmente responsables de la información expresada en este libro, así como del respeto a los derechos de autor; por lo tanto, no comprometen en ningún sentido a la editorial.*

### Declaración conflictos de interés:

La autora de esta publicación declara la inexistencia de conflictos de interés de cualquier índole con instituciones o asociaciones comerciales.

Publicación autofinanciada. Este libro pertenece a la categoría de texto universitario.

## Contenido

SINOPSIS .....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9

### CAPÍTULO I

#### ASPECTOS GENERALES Y CONCEPTUALES DE LA TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

1.1 Tecnología de alimentos .....	12
1.2 Conservación de alimentos.....	12

### CAPÍTULO II

#### CONTROL DE CALIDAD DE LA TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

2.1 Control de calidad de la materia prima .....	52
2.2 Control de calidad del producto final .....	55
2.3 Control tecnológico de la materia prima y producto final .....	56

### CAPÍTULO III

#### ADITIVOS ALIMENTARIOS

3.1 Características .....	58
3.2 Legislación y reglamentación .....	65

### CAPÍTULO IV

#### ENVASES Y ETIQUETAS

4.1 Etiqueta.....	68
4.2 Envase.....	68
4.3 Fundamentos de etiquetado .....	68
4.4 Características del etiquetado.....	68
4.5 Legislación y reglamentación .....	72

### CAPÍTULO V

#### FUNDAMENTOS BIOTECNOLÓGICOS

5.1 Repercusiones sanitarias.....	75
5.2 Legislación y reglamentación .....	76

### CAPÍTULO VI

#### DIAGRAMAS DE FLUJO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

6.1 Conceptos operativos.....	79
6.2 Diagramas de flujo .....	80
6.3 Operaciones unitarias .....	81
6.4 Clasificación .....	82
6.5 Uso en la industria alimentaria .....	83

## **CAPÍTULO VII**

### **PROCESO TECNOLÓGICO DE LA LECHE Y PRODUCTOS DERIVADOS**

7.1 Leche.....	86
7.2 Productos lácteos derivados .....	87
7.3 Proceso tecnológico del queso .....	94
7.4 Proceso tecnológico del yogurt.....	102

## **CAPÍTULO VIII**

### **PROCESO TECNOLÓGICO DE CARNES Y PRODUCTOS DERIVADOS**

8.1 Carnes .....	110
8.2 Características de la carne.....	110
8.3 Productos cárnicos derivados.....	112
8.4 Composición química .....	116
8.5 Procesamiento tecnológico de embutidos.....	117

## **CAPÍTULO IX**

### **PROCESO TECNOLÓGICO DE CEREALES Y PRODUCTOS DERIVADOS**

9.1 Cereales.....	126
9.2 Productos derivados de cereales .....	127
9.3 Procesamiento tecnológico del pan .....	129
9.4 Procesamiento tecnológico del panetón.....	134
9.5 Procesamiento tecnológico de pastas .....	137

## **CAPÍTULO X**

### **PROCESO TECNOLÓGICO DE FRUTAS Y VERDURAS**

10.1 Fruta.....	142
10.2 Clasificación de fruta .....	142

10.3 Productos derivados de fruta .....	142
10.4 Procesamiento tecnológico del néctar .....	143
10.5 Verdura.....	146
10.6 Clasificación de verduras.....	146
10.7 Composición química .....	148
10.8 Procesamiento tecnológico de encurtidos.....	149
10.9 Procesamiento tecnológico de chutney .....	153

## **CAPÍTULO XI**

### **PROCESO TECNOLÓGICO DE AZÚCARES Y DERIVADOS**

11.1 Azúcar.....	157
11.2 Procesamiento tecnológico del azúcar .....	158
11.3 Procesamiento tecnológico de la miel .....	160

## **CAPÍTULO XII**

### **PROCESO TECNOLÓGICO DE PRODUCTOS NUTRITIVOS**

#### **A PARTIR DE CULTIVOS ANDINOS**

12.1 Cultivos andinos .....	164
12.2 Procesamiento tecnológico de cultivos andinos .....	164
12.3 Néctar.....	164
12.4 Expandidos.....	167
12.5 Fideos de quinua .....	168
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>170</b>

## SINOPSIS

La ciencia de los alimentos implica una comprensión compleja de la materia desde un enfoque químico y biológico, por lo que se basa en una serie de disciplinas, como la química, bioquímica y microbiología, para abordarla de manera integral. “Principios básicos de la ciencia y tecnología de alimentos” es un texto que se constituye en un instrumento de orientación universitaria, para los estudiantes de pregrado. Los contenidos temáticos son conceptos elementales que orientan a una formación académica específica y técnica, dada la aplicación práctica de su contenido.

**Palabras clave:** alimentos, industria alimentaria, ingeniería de alimentos, tecnología.

## ABSTRACT

Food science implies a complex understanding of the matter from a chemical and biological approach, which is why it is based on a series of disciplines, such as chemistry, biochemistry and microbiology, to approach it in a comprehensive manner. "Basic principles of food science and technology" is a text that constitutes an instrument of university orientation, for undergraduate students. Thematic contents are elementary concepts that guide a specific academic and technical training, given the practical application of its content.

**Keywords:** food, food industry, food engineering, technology.

## INTRODUCCIÓN

La composición química y biológica de los alimentos los convierte en una materia compleja, lo que hace que la tecnología alimentaria sea una disciplina multidisciplinaria que se apoya en la química, bioquímica y microbiología. Además, la ingeniería de procesos y las operaciones unitarias desempeñan un papel fundamental en la aplicación de diversos procesos tecnológicos para garantizar que los productos procesados sean saludables, nutritivos y cumplan con los estándares de calidad exigidos por los consumidores. Dado que todos necesitamos alimentarnos, la demanda de tecnología alimentaria seguirá siendo constante.

En la industria alimentaria, se generan una amplia variedad y cantidad de productos destinados a su distribución y venta en diferentes países. Sin embargo, resulta impracticable y, en ocasiones, contraproducente verificar individualmente cada uno de estos productos para garantizar su cumplimiento con los estándares de seguridad y calidad. En su lugar, es crucial implementar programas de garantía de calidad que aseguren que los productos alimentarios cumplan con los requisitos necesarios y se ajusten a la legislación alimentaria aplicable. De esta manera, se busca garantizar la seguridad y calidad de los productos sin necesidad de analizar cada uno de ellos de manera exhaustiva. Tomemos el caso de la leche, un alimento rico en proteínas, que es beneficioso tanto para los seres humanos como para ciertos microorganismos, ya que estos últimos pueden estar presentes en ella. Mientras que algunos microorganismos son inofensivos, otros pueden ocasionar enfermedades como la tuberculosis. Sin embargo, las bacterias patógenas se eliminan mediante la aplicación de calor. Según la legislación vigente, la leche debe someterse a un proceso de pasteurización, denominado así en honor al renombrado biólogo francés Louis Pasteur, que implica calentarla a 63°C durante 30 minutos. Este procedimiento ejemplifica la aplicación de la tecnología de alimentos, que involucra la utilización de principios de química alimentaria, bioquímica, control de calidad

y microbiología de los alimentos para asegurar la seguridad y calidad de este importante y nutritivo ingrediente.

Existen numerosos alimentos que se preservan mediante el uso de calor o frío a través de diversos procesos. Por lo tanto, es importante que los estudiantes adquieran conocimientos sobre los principios de transferencia de calor y masa. La tecnología alimentaria abarca la comprensión y aplicación de una amplia gama de operaciones, que incluyen la reducción del tamaño de las partículas y su mezcla.

**CAPÍTULO I**  
**ASPECTOS GENERALES**  
**Y CONCEPTUALES DE LA**  
**TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

## 1.1 Tecnología de alimentos

La tecnología de los alimentos es una disciplina científica que se ocupa de investigar y asegurar la calidad microbiológica, física y química de los productos alimentarios en todas las etapas de su producción, desde el procesamiento hasta el envasado y el transporte. Además, esta disciplina se dedica a desarrollar nuevos productos mediante la aplicación de tecnologías innovadoras y el uso de materias primas tanto tradicionales como no tradicionales, teniendo en cuenta las características específicas del país y su población. Hoy en día es un área de investigación en nutrición espacial.

### **Ventajas:**

- Resolución de problemas en el desarrollo de nuevos productos, procesos y equipos.
- Selección de materia prima.
- Definición y control de cambios fundamentales en la composición o condiciones físicas antes, durante y después del procesamiento industrial.
- Verificación del valor nutricional y la integridad de los alimentos.

### **Aplicaciones:**

- En la investigación, descubre nuevos fenómenos respecto a los alimentos y sus ingredientes.
- En el desarrollo de alimentos, implica tanto la fabricación de alimentos convencionales en nuevas y mejores formas, y la producción de otros alimentos.
- Las operaciones se efectúan en el diseño o la prueba de materiales a través del cumplimiento de los requisitos de control de calidad.

## 1.2 Conservación de alimentos

La conservación de los alimentos implica mantener su calidad original en términos de color, olor, forma, sabor, etc. Por lo tanto, es necesario controlar las alteraciones, ya sean internas o externas, que puedan modificar esas condiciones iniciales.

A medida que los alimentos se degradan, pueden experimentar diversas reacciones que contribuyen a su deterioro.

### **Reacciones químicas de degradación:**

- Reacciones de Maillard (pardeamiento enzimático): ocurren entre azúcares y proteínas, generando compuestos intermedios que luego se convierten en polímeros pardos. Estos compuestos suelen tener un sabor amargo.
- Desnaturalización de proteínas o ácidos nucleicos: se producen cambios en la estructura terciaria o cuaternaria de estas moléculas, lo que conlleva modificaciones en las características organolépticas de los alimentos. También puede haber modificaciones en los almidones, que pierden sus propiedades espesantes debido a factores como la acción de las amilasas o cambios de temperatura.
- Oxidación de grasas y enranciamiento: las grasas pueden experimentar oxidación, lo que conduce a la formación de compuestos rancios. Estas reacciones de oxidación a menudo tienen un origen enzimático.

Es importante tener en cuenta estas reacciones de degradación durante el proceso de conservación de los alimentos para prevenir su deterioro y mantener su calidad.

### **Reacciones enzimáticas de degradación**

Existen diversas reacciones enzimáticas de degradación que contribuyen al deterioro de los alimentos:

- Enzimas de ruptura: Estas enzimas, conocidas como hidrolasas, son responsables de descomponer compuestos más grandes. Algunos ejemplos son las amilasas, que descomponen el almidón; las proteasas, que descomponen las proteínas; las lipasas, que descomponen los ácidos grasos; y las glucoxidasas, que descomponen los glúcidos.

- Enzimas oxidativas: Estas enzimas, en general, contribuyen al deterioro de los alimentos. Algunos ejemplos son las polifenoloxidasas, que actúan sobre los polifenoles, y las lipoxigenasas, que actúan sobre los lípidos.

### Reacciones biológicas

Además de las reacciones enzimáticas, también existen reacciones biológicas que ocurren cuando los alimentos se exponen a microorganismos.

- Estos microorganismos pueden producir metabolitos y provocar reacciones alternativas, algunas de las cuales pueden ser perjudiciales o tóxicas.
- Estas reacciones pueden ocurrir tanto en entornos aeróbicos como anaeróbicos.

Es importante tener en cuenta que todas estas reacciones pueden ser utilizadas para dirigir y controlar los procesos de fabricación de determinados productos alimentarios.

### Factores que influyen en el deterioro

Existen varios factores que influyen en el deterioro de los alimentos:

**Tiempo:** En general, a medida que pasa el tiempo, aumenta el deterioro de los alimentos. Cuanto más tiempo transcurre, mayores son las probabilidades de que ocurran reacciones químicas, enzimáticas y biológicas que afecten la calidad de los alimentos.

**Temperatura:** La temperatura desempeña un papel crucial en el deterioro de los alimentos. Por lo general, el deterioro aumenta de manera exponencial con el aumento de la temperatura en el rango normal (entre 0-30 °C). Sin embargo, una vez que se superan ciertos límites de temperatura (ya sea muy altas o muy bajas), puede ayudar a controlar el crecimiento y la eliminación de microorganismos dañinos.

**Hidratación:** El contenido de agua en los alimentos tiene un impacto directo en las reacciones biológicas. El agua es el medio en el que los microorganismos

llevan a cabo su metabolismo, por lo tanto, a mayor cantidad de agua, mayor es el deterioro potencial.

**Acidez (pH):** El valor de pH de un alimento influye en las reacciones enzimáticas y biológicas. Un pH más bajo (más ácido) tiende a inhibir el crecimiento de microorganismos, mientras que un pH más alto puede favorecer su desarrollo.

**Composición de la atmósfera:** En entornos controlados, es posible manipular la composición de la atmósfera para preservar los alimentos. Por ejemplo, si se elimina el aire (oxígeno), se reducen las oxidaciones y el crecimiento de organismos aeróbicos. Esto es especialmente relevante en productos vegetales, ya que continúan respirando después de ser cosechados y detienen la respiración una vez que se agota el oxígeno disponible.

### **Tipos de contaminación**

La contaminación puede ser de los siguientes tipos:

**Química:** La contaminación química en los alimentos ocurre cuando entran en contacto con sustancias químicas. Esto puede suceder durante los procesos de producción, elaboración industrial o casera, almacenamiento, envasado y transporte. Las sustancias químicas involucradas pueden incluir plaguicidas, residuos de medicamentos veterinarios (como antibióticos y hormonas), aditivos en cantidades excesivas, productos de limpieza, materiales de envasado inadecuados, y materiales utilizados en equipos y utensilios, entre otros.

**Física:** La contaminación física en los alimentos se refiere a la presencia de cuerpos extraños, generalmente introducidos accidentalmente durante la elaboración del alimento. Algunos ejemplos de contaminantes físicos son vidrios, metales, polvo, hilachas, fibras, pelos, bijouterie, y otros materiales indeseables.

**Biológica:** La contaminación biológica en los alimentos está relacionada con la presencia de microorganismos como bacterias, virus, hongos y parásitos. Estos organismos son demasiado pequeños para ser vistos a simple vista y su peligro radica en que, en general, no causan cambios visibles en el alimento. La contaminación por bacterias patógenas (perjudiciales) es la causa más común de

intoxicación alimentaria. La fuente más común de estas bacterias es el ser humano, a través de una higiene personal inadecuada por parte de quienes manipulan o venden alimentos.

### **Métodos de conservación de alimentos**

La preservación de los alimentos implica una serie de procedimientos llevados a cabo en todas las etapas de la cadena de suministro, desde la producción hasta el consumo, con el objetivo de asegurar la calidad y seguridad de los alimentos. Dado que los alimentos son productos que tienden a deteriorarse, es necesario aplicar métodos de conservación para prolongar su vida útil.

La conservación puede realizarse por:

- Conservación por tratamientos térmicos o de calor.
- Conservación por frío.

#### ***Conservación por tratamientos térmicos o de calor***

El principal objetivo de todos los procesos térmicos es garantizar la destrucción de los microorganismos vivos presentes en los alimentos, los cuales pueden afectar la calidad del producto y representar un riesgo para la salud del consumidor.

Cada microorganismo tiene su propia sensibilidad al calor, y aunque una temperatura extremadamente alta, como 300° C, podría eliminarlos por completo, no se puede aplicar esta temperatura a los alimentos debido a que podría alterar sus características organolépticas. Por lo tanto, el objetivo es eliminar la mayor cantidad de microorganismos posible sin comprometer demasiado las cualidades propias del alimento. Al utilizar temperaturas específicas, se logra eliminar ciertos tipos de microorganismos mientras se preservan mejor las características del producto. Las enzimas son especialmente sensibles al calor y tienden a degradarse rápidamente.

Para desarrollar un proceso térmico adecuado, es necesario tener conocimiento sobre la resistencia al calor de los microorganismos presentes en el alimento, así

como comprender la naturaleza del alimento y los parámetros asociados, como la conductividad térmica, las alteraciones causadas por el calor y la velocidad de transferencia de calor.

Todos los tratamientos térmicos que implican altas temperaturas y tiempos prolongados resultarán en la destrucción de microorganismos y enzimas. Aquellos tratamientos que utilizan altas temperaturas, pero tiempos cortos también logran este objetivo, pero preservan mejor las características organolépticas del alimento.

La severidad del tratamiento térmico depende de los resultados deseados. En algunos casos, se busca eliminar la flora microbiana de manera superficial, mientras que en otros se eliminan únicamente los microorganismos que representan un riesgo para la salud. En ciertos casos, es necesario eliminar todos los microorganismos presentes en el alimento.

**Ventajas:**

- Los tratamientos de calor pueden ser controlados con precisión tanto en su duración como en la temperatura aplicada al alimento.
- Estos tratamientos permiten la destrucción de componentes antinutricionales presentes en los alimentos, los cuales pueden reducir la disponibilidad de ciertos nutrientes.

**Clasificación de los tratamientos térmicos**

**a) Escaldado**

El escaldado es una técnica utilizada en frutas y verduras para eliminar las enzimas que pueden causar alteraciones en el alimento con el tiempo.

Este proceso implica calentar el alimento a una temperatura de 80-100°C en una etapa inicial, seguida de un período de tiempo que varía entre 30 segundos y dos o tres minutos a esa temperatura. Posteriormente, se realiza un enfriamiento inmediato. Es importante que el enfriamiento se realice de manera rápida para evitar la proliferación de microorganismos termófilos.

Durante el proceso de escaldado, se logra la destrucción de diversas enzimas que pueden causar degradación en los alimentos. Entre estas enzimas se encuentran las lipooxigenasas, que provocan el enranciamiento de los lípidos, las polifenoloxidasas, responsables del pardeamiento enzimático, las poligalacturonas y las clorofilasas, que ocasionan la conversión de las clorofilas a clorofílicos. Todas estas reacciones representan procesos de deterioro de los alimentos.

Una vez que se ha realizado el escaldado, se llevan a cabo pruebas para verificar si todavía están presentes enzimas como la catalasa y la peroxidasa, que no deterioran los alimentos, pero son las más resistentes. Si estas enzimas no se encuentran activas, indica que las demás enzimas, incluidas aquellas que sí causan efectos indeseables, también se han inactivado. Es importante que el escaldado se realice de manera adecuada, ya que un escaldado insuficiente puede tener efectos más perjudiciales en los alimentos que si no se hubiera realizado en absoluto.

La duración del tiempo de calentamiento en el proceso de escaldado varía según el método de calentamiento, la temperatura utilizada y las características físicas del producto, como su tamaño, si es particulado o cómo ha sido cortado.

El objetivo principal del escaldado es la inactivación enzimática, pero también se obtienen otros efectos beneficiosos en el alimento:

- Limpieza: Se eliminan el polvo y los gases superficiales, y el alimento adquiere una nueva apariencia.
- Reducción de la carga microbiana superficial.
- Eliminación de gases atrapados en los tejidos.
- Suavización del material.
- En cuanto a los componentes del alimento, se produce una pérdida de nutrientes, especialmente de aquellos que son sensibles al calor o solubles en agua.

Los pigmentos naturales de los alimentos, como las clorofilas, se transforman en feofitinas debido a la alta temperatura y al medio ácido proporcionado por las verduras, donde el átomo de magnesio presente en el anillo tetrapirrólico de las clorofilas es reemplazado por un átomo de hidrógeno. Esto resulta en un oscurecimiento de las verduras.

Otro efecto buscado en los vegetales es ablandar su textura para facilitar su colocación en el envase, aunque a veces se puede producir un ablandamiento excesivo. Para evitarlo, se suele agregar cloruro cálcico, el cual se combina con la pectina para formar pectato cálcico mediante la unión del calcio a los grupos carboxilatos de los ácidos poliurónicos presentes en las pectinas.

### **Tiempos de escaldado**

Desde una perspectiva tecnológica, el tiempo requerido para el proceso de escaldado depende de varios factores. En primer lugar, la actividad enzimática de la materia prima es un factor determinante, ya que algunas enzimas son más resistentes al calor que otras. Además, la estructura histológica del alimento juega un papel importante, ya que influye en la capacidad de transmisión del calor a través de los tejidos. Por último, la resistencia específica del alimento frente a altas temperaturas también influye en el tiempo necesario para el escaldado.

Para calcular los tiempos de escaldado, se utiliza la teoría de transferencia de calor en estado transitorio por conducción, considerando las condiciones límites convectivas. El objetivo es determinar el tiempo necesario para que el centro del producto alcance la temperatura de desactivación enzimática, generalmente centrándose en las enzimas más termoresistentes, como la catalasa y la peroxidasa. Es importante tener en cuenta que los tiempos y temperaturas sugeridos para el escaldado varían ampliamente según el producto, y a menudo no especifican todos los parámetros de la cinética de transferencia de calor involucrados.

**Tabla 1***Tiempos de escaldado en agua a 95°C.*

<i>Producto</i>	<i>Tiempo (min.)</i>
Alcachofas	5 - 9
Apio	2
Brócolis	2 - 3
Coles de Bruselas	4 - 5
Espárragos	2 - 5
Espinacas	2
Guisantes	1 - 2
Inflorescencias de coliflor	3 - 4
Judías verdes	2 - 3
Mazorca de maíz	6 - 11
Zanahorias	2 - 5

*Nota.* Adaptado de LUH. Col. (1988).**Efectos sobre los nutrientes**

En todos los tratamientos térmicos, es inevitable que se produzcan pérdidas de elementos, especialmente aquellos más sensibles al calor. Vitaminas, proteínas y otros nutrientes pueden desnaturalizarse debido al calor. Sin embargo, en el caso del escaldado, al ser un proceso suave, las pérdidas suelen ser mínimas. El enfoque se centra en reducir la pérdida de elementos solubles, como vitaminas solubles, sales y almidón.

Las pérdidas pueden variar según el tipo de producto y su preparación (si está cortado o entero), ya que las pérdidas serán mayores cuanto mayor sea la relación entre la superficie y el volumen del alimento. El proceso específico de escaldado utilizado, así como el tiempo, la temperatura y el método de enfriamiento (ya sea con agua fría o aire) también influirán en las pérdidas.

El escaldado tiene la ventaja de mejorar el color del producto en ocasiones, ya que el agua elimina los restos de la superficie, lo que cambia el índice de refracción de la luz y produce un brillo más intenso y una mejor apariencia. Sin

embargo, una desventaja es la pérdida de pigmentos, especialmente en productos verdes, que depende del tratamiento y la temperatura empleados. Para mitigar esta pérdida, se pueden agregar carbonato de sodio u óxido de calcio al agua de escaldado, ya que protegen la clorofila.

En el procesamiento de alimentos, hay varios ejemplos donde se aplica el escaldado. Por ejemplo, las papas suelen experimentar pardeamiento enzimático debido a las polifenoloxidasas. Para evitarlo, se sumerge el alimento en una salmuera antes del escaldado, teniendo cuidado de no excederse en la concentración de sal para evitar sabores extraños.

El escaldado también puede afectar la textura del alimento, haciéndolo más suave, lo cual es beneficioso para productos líquidos que se envasan, pero puede no ser deseable en otros casos. Para reducir la pérdida de textura, se utiliza cloruro de calcio, que en combinación con las pectinas presentes en el producto (principalmente en frutas), forma pectato cálcico, proporcionando firmeza y estabilidad.

Es importante tener en cuenta que el escaldado puede provocar la pérdida de nutrientes sensibles al calor. Por lo tanto, se realiza un análisis de ácido ascórbico (vitamina C) para evaluar las pérdidas nutricionales durante el proceso.

## **b) Pasteurización**

La pasteurización es un tratamiento térmico suave que se utiliza principalmente en líquidos para destruir microorganismos patógenos no esporulados, levaduras y mohos. Su objetivo es asegurar la seguridad del producto a corto plazo, como en el caso de la leche, o a largo plazo, como en el caso de los productos de frutas.

Debido a su suavidad, la pasteurización tiene un impacto mínimo en las características organolépticas y el valor nutritivo del alimento. Sin embargo, la vida útil de los alimentos pasteurizados es menor que la de los alimentos esterilizados, ya que las temperaturas y el tiempo de tratamiento térmico son más bajos en el caso de la pasteurización.

El pH del alimento es un factor determinante en la intensidad del tratamiento y la vida útil del producto. En alimentos con un pH superior a 4,5, como la leche, es necesario destruir las bacterias patógenas. En alimentos con un pH inferior a 4,5, es necesario eliminar la actividad enzimática y todos los microorganismos que afectan a la calidad del alimento.

La intensidad del tratamiento se determina en función de la destrucción de los patógenos, por lo que se emplean los valores de resistencia térmica de los microorganismos más resistentes al calor. En la industria alimentaria, se realizan pruebas para determinar las temperaturas y los tiempos necesarios para lograr la eliminación de los microorganismos. Por ejemplo, en la leche cruda, se utiliza la enzima fosfatasa alcalina, que tiene una resistencia térmica similar a la de los patógenos más resistentes. Si se logra eliminar la fosfatasa mediante la aplicación de calor durante un tiempo determinado, también se habrá logrado destruir los patógenos presentes.

Existen tres tipos de pasteurizaciones:

1. LTH: Retención a Baja Temperatura o, también conocida como pasteurización a baja temperatura o VAT (Vat Pasteurization). Este proceso consiste en calentar grandes volúmenes de leche en un recipiente sellado a 63-68°C durante 30 minutos, seguido de un enfriamiento lento. Después del proceso, se requiere un tiempo considerable antes de continuar con el envasado del producto, a veces más de 24 horas.
2. HTST: Alta Temperatura por Tiempo Corto o, también conocida como pasteurización a alta temperatura. Funciona de forma continua y se utilizan intercambiadores de calor que elevan la temperatura del alimento a 72°C durante 15 minutos.
3. UHT: Temperatura Ultra Alta o proceso UHT es un flujo continuo que mantiene la leche a una temperatura más alta que la empleada en el proceso HTST, pudiendo alcanzar alrededor de 138°C durante al menos dos segundos.

Debido a este breve período de exposición, se produce una degradación mínima del alimento.

Para determinar si la pasteurización de un alimento ha sido adecuada, se realizan pruebas, como por ejemplo en el caso de la leche, donde se verifica si la enzima fosfatasa alcalina tiene actividad en el alimento o ha sido destruida. Esta enzima tiene una resistencia similar, pero ligeramente superior, a los microorganismos que se desea eliminar en la leche. Se asume que, si no hay actividad de fosfatasa alcalina en la leche, se habrán destruido los microorganismos que se deseaba eliminar.

**Tabla 2**

*Pasteurización de lácteos*

Temperatura	Tiempo	Tipo de Pasteurización
63°C (145°F)	30 minutos	Pasteurización VAT
72°C (161°F)	15 segundos	Pasteurización "High temperature short time Pasteurization" (HTST)
89°C (191°F)	1.0 segundo	Ultra Pasteurización (UP)
90°C (194°F)	0.5 segundos	Ultra Pasteurización (UP)
94°C (201°F)	0.1 segundos	Ultra Pasteurización (UP)
96°C (204°F)	0.05 segundos	Ultra Pasteurización (UP)
100°C (212°F)	0.01 segundos	Ultra Pasteurización (UP)
138°C (280°F)	2.0 segundos	Esterilización Ultra-high temperature (UHT)

*Nota.* \*Tomar en cuenta que las temperaturas y los tiempos de pasteurización no son aplicables a productos de huevo.

\*\*Tomado de website de IDFA. Pasteurización: Definición y Métodos.

### Efectos sobre los alimentos

La pasteurización es un proceso que sigue una cinética química de primer orden. En este contexto, se utiliza la notación  $N$  para representar el número de microorganismos vivos a una temperatura de exposición  $T$ , y  $N_0$  para referirse a la población inicial de microorganismos. La constante cinética de muerte debido a la temperatura, representada como  $K_d$ , representa la velocidad de muerte de los microorganismos. La disminución en la población o cultivo de microorganismos se rige por una fórmula exponencial que depende de los siguientes elementos:

$$N = N_0 e^{-K_d T}$$

La fórmula presentada es esencial para comprender la evolución de un cultivo en relación a la temperatura. Se observa una fuerte dependencia de la temperatura de exposición ( $T$ ) en la disminución de la población de microorganismos. Además, esta fórmula es fundamental para la creación de los diagramas de supervivencia en la industria alimentaria, donde el logaritmo de la relación entre el número de microorganismos ( $N$ ) y el número inicial ( $N_0$ ) se representa en función del tiempo de exposición a una temperatura fija ( $T$ ). Estos gráficos de supervivencia suelen presentar líneas rectas en una escala semilogarítmica. La correlación entre la velocidad de muerte de los microorganismos y la temperatura sigue la ecuación de Arrhenius. Otro factor relevante asignado a cada microorganismo es el valor  $D$ , que representa el tiempo necesario para reducir en un 90% la población microbiana a una temperatura determinada en el producto tratado. Este valor  $D$  refleja la resistencia de los microorganismos al efecto de la temperatura y se expresa mediante una fórmula específica:

$$D_T = \frac{\Delta t}{\log N_0 - \log N}$$

Corrigiendo la fórmula original, donde  $\Delta t$  representa el período de exposición,  $N_0$  representa la población inicial y  $N$  representa la población final. Mediante la determinación de los microorganismos sobrevivientes a diferentes temperaturas, se pueden obtener distintos valores  $D$  para un microorganismo específico o para un proceso particular de un alimento. Los valores  $D$  reflejan la resistencia del microorganismo, y aquellos con valores más altos indican una mayor resistencia en comparación con aquellos con valores más bajos. Otro parámetro importante es la "constante de resistencia termal", comúnmente conocida como "valor  $z$ ", que se define como la diferencia de temperatura necesaria para causar una reducción del 90% en el valor  $D$ .

### **c) Esterilización**

La esterilización es un proceso en el que el alimento se somete a altas temperaturas, generalmente entre 115 y 130°C, durante un período de tiempo de 15 a 30 minutos, o incluso más tiempo, con el objetivo de lograr una completa desactivación enzimática y una destrucción total de los microorganismos presentes. Este tratamiento térmico intenso permite obtener productos con una vida útil muy prolongada, que puede superar los 6 meses en general. Sin embargo, debido a la intensidad del proceso, la esterilización puede afectar las características nutricionales y organolépticas del alimento, como su valor nutricional, sabor, textura y apariencia.

#### **Esterilización de productos envasados**

La temperatura y el tiempo de tratamiento en la esterilización de alimentos dependen de varios factores, como la resistencia térmica de los microorganismos presentes, la velocidad de penetración del calor, las condiciones de calentamiento, el pH del alimento, el tamaño del envase y el estado físico del alimento.

La resistencia al calor de los microorganismos está principalmente determinada por el pH del alimento. Dependiendo del pH, se pueden clasificar los alimentos en tres grupos:

- Alimentos de baja acidez, con un pH mayor a 4.5.
- Alimentos de acidez intermedia, con un pH entre 3.7 y 4.5.
- Alimentos ácidos, con un pH menor a 3.7.

Cada grupo tiene microorganismos específicos que poseen una mayor resistencia al calor.

En el grupo I, se destaca el *Clostridium botulinum*, que es termorresistente y puede producir botulismo. Es crucial destruir este microorganismo en el proceso de esterilización, por lo que se aplica un tratamiento térmico a una temperatura ligeramente superior a la necesaria para eliminarlo, para asegurar la destrucción completa.

En el grupo II, al disminuir la acidez, la resistencia de los microorganismos es menor. Aquí se encuentran los mohos, levaduras y enzimas, que también deben ser inactivados durante el proceso de esterilización.

En el grupo III, el objetivo es desactivar las enzimas presentes en el alimento. En este caso, son suficientes tratamientos térmicos más suaves.

Es importante tener en cuenta la carga microbiana inicial del producto, ya que un tratamiento térmico efectivo en laboratorio puede no serlo en la industria. Por lo tanto, es necesario asegurar que los productos o materias primas lleguen con la menor carga microbiana posible. Esto se puede lograr mediante un escaldado previo y la implementación de buenas prácticas de procesamiento y operación.

### **Esterilización de productos no envasados**

La esterilización de líquidos y productos viscosos puede presentar desafíos en términos de penetración del calor, pérdida de nutrientes y cambios en las características organolépticas. Estos problemas se pueden resolver mediante la aplicación de la esterilización antes del envasado, seguido de un envasado posterior aséptico.

En este enfoque, los tiempos de tratamiento se reducen y las temperaturas se incrementan, lo que permite acortar las distancias que el producto debe recorrer.

Este principio es la base de los sistemas de Ultra Alta Temperatura (UHT). Con estos sistemas, el tratamiento térmico es tan rápido que los resultados pueden ser comparables a los obtenidos con la congelación o la irradiación. Como resultado, los alimentos pueden tener una vida útil más prolongada sin necesidad de tratamientos de enfriamiento.

Además, estos procesos de esterilización están altamente automatizados, lo que minimiza las pérdidas de energía y permite lograr una alta productividad en la industria alimentaria.

### **Efectos sobre los alimentos**

El proceso de esterilización puede tener efectos en el color, sabor, aroma y textura de diferentes tipos de alimentos.

**Carnes:** Cuando se someten a pasteurización en envases como latas, no es posible aplicar el tratamiento UHT. Durante este proceso, la hemoxihemoglobina presente en la carne (que le otorga un color rojo) puede convertirse en metahemoglobina, lo que resulta en un color marrón. Además, se pueden producir reacciones de Maillard que causan pardeamiento. La hidrólisis del colágeno puede ablandar la carne, convirtiéndola en gelatina y distribuyendo las grasas de manera más uniforme en toda la pieza. Esto es evidente en el jamón cocido, que es más tierno en comparación con el jamón curado. Para contrarrestar estos efectos en la textura, se pueden utilizar polifosfatos como aditivos.

**Frutas y verduras:** La clorofila presente en ellas puede convertirse en feofitina, lo que reduce su coloración verde. Los carotenoides pueden convertirse en compuestos hepóxidos, mientras que los antocianos pueden generar pigmentos de color marrón. En algunos casos, se pueden añadir sales (como el ácido cítrico) o colorantes artificiales permitidos al líquido de gobierno, aunque no es común en el caso de los zumos de frutas. También se produce una pérdida de compuestos volátiles, especialmente en las frutas.

**Leche:** pueden ocurrir cambios en el color, especialmente debido a la caramelización de los azúcares y las reacciones de Maillard. La homogeneización

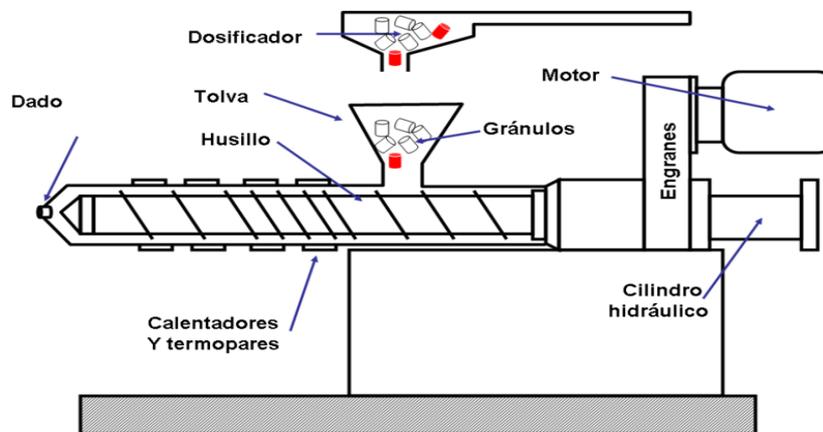
de la leche reduce el tamaño de las partículas de caseína, lo que aumenta el índice de refracción de la luz y da la impresión de un color más blanco. Además, durante la pasteurización, se forman sustancias como hidróxido de azufre, lactonas y metil-cetonas, que contribuyen a un sabor característico a cocido debido a la desnaturalización de los componentes de la leche.

#### d) Extrusión

Este sistema involucra la combinación de diversas operaciones, como mezclado, amasado, formado, corte y, en algunos casos, secado.

**Figura 1**

*Diseño genérico de un extrusor*



El extrusor es un dispositivo que utiliza una bomba de tornillo o un tornillo sinfín para mezclar y comprimir los ingredientes, formando una masa semisólida que se moldea y corta para obtener la forma deseada. Durante este proceso, la masa se calienta, lo que se conoce como cocción-extrusión o extrusión en caliente.

Este método de procesamiento, que se encuentra en constante evolución, tiene como objetivo no solo prolongar la vida útil de los productos, sino también permitir la creación de nuevos productos mediante cambios en los ingredientes y en las condiciones de extrusión, como temperatura, tiempo y presión.

La extrusión con calor alcanza altas temperaturas en un corto período de tiempo, similar al proceso HTST, lo que ayuda a reducir la cantidad de microorganismos y la actividad enzimática. Además, la baja cantidad de agua utilizada en la fabricación también contribuye a prolongar la vida útil de los productos.

### **Ventajas sobre los otros sistemas**

- La extrusión presenta diversas ventajas en su aplicación:
- No genera residuos, ya que se utiliza toda la masa introducida, lo que lo hace un proceso ecoamigable. Además, se integra fácilmente en las líneas de producción existentes.
- Permite la automatización para una fabricación continua, lo que se traduce en alta productividad.
- Los costos de funcionamiento son bajos en comparación con otros procesos.
- Es altamente versátil, ya que se pueden producir una amplia gama de productos realizando pequeñas modificaciones en el proceso de extrusión.
- Algunos productos solo pueden obtenerse mediante extrusión, como es el caso de los copos de maíz para el desayuno, debido a su mayor eficacia en la producción.

En el proceso de extrusión, dos elementos clave influyen en el resultado:

- Las propiedades reológicas de las materias primas, que incluyen la humedad inicial (se requiere conocerla para ajustar la cantidad de agua agregada durante el proceso), la granulometría y la composición química.
- Las condiciones del proceso, que abarcan la temperatura, el tiempo de procesado, la presión en el barril del extrusor, el diámetro de salida del producto y la velocidad de corte. La temperatura y la presión están determinadas por el diseño interno del aparato, mientras que la velocidad de giro del eje se puede ajustar.
- Por ejemplo, en productos ricos en almidón (como papas y cereales), la extrusión en caliente produce una serie de efectos. El alto contenido de agua y las fuerzas cortantes generadas por el tornillo helicoidal del

extrusor elevan la temperatura por encima de los 100 °C. El almidón se gelatiniza, absorbiendo agua y creando una masa plástica y viscosa. Al salir del cabezal del extrusor, la masa experimenta una rápida disminución de presión y la evaporación repentina del agua, lo que provoca la expansión del producto.

- En productos ricos en proteínas, como la harina de soja, el proceso es similar, pero en este caso las proteínas se expanden y se forman uniones entre cadenas proteicas, creando estructuras fibrosas.

### **Aplicaciones de la extrusión**

Existen tres industrias que se benefician del uso de la extrusión como parte de su proceso de producción. Estas incluyen la industria de derivados de cereales (como snacks y cereales para el desayuno, como los copos de maíz), la industria de fabricación de productos ricos en proteínas (como productos vegetales texturizados a base de soja) y la industria de productos de confitería. Cada una de estas industrias utiliza la extrusión de manera específica para crear productos con características distintas y satisfacer las demandas del mercado.

#### **❖ Panes tostados (Snacks)**

En la fabricación de panes tostados tipo snack, se utiliza un proceso similar al del pan, pero con mayor rapidez. Se mezclan ingredientes como harina, leche en polvo, almidón de maíz, azúcar y agua para obtener una masa. Esta masa se somete a alta presión y temperatura durante la extrusión, lo que provoca la expansión del producto sin necesidad de levaduras. El resultado es un producto seco, con una forma similar a la final, pero que aún contiene algo de humedad y no presenta su color tostado característico. Para solucionar estas cuestiones, se realiza un proceso de tostado posterior donde se elimina la humedad y se obtiene el color deseado. Este método de fabricación permite un ahorro significativo en costes energéticos, reduciendo hasta un 66%, y simplifica el proceso al requerir menos maquinaria, con solo un extrusor y un horno de tostado.

## ❖ Copos de Maíz

Tradicionalmente, la producción de copos de maíz implicaba romper granos de maíz en trozos grandes de endospermo, luego se cocían a alta presión para gelatinizar el almidón y finalmente se secaban hasta alcanzar un nivel de humedad del 21%. Después de un periodo de reposo, los trozos se laminaban y tostaban. Opcionalmente, se podían rociar con chocolate o jarabes de glucosa. Este proceso solía durar alrededor de 5 horas en total.

En cambio, al emplear la extrusión, el proceso se acorta considerablemente y se obtiene un producto más homogéneo. Se utiliza sémola de maíz para el proceso de extrusión a baja temperatura. Esto permite obtener pequeñas bolitas de masa, que posteriormente se dejan secar, se laminan y finalmente se tuestan. El tamaño de las bolitas está predefinido en el dado del extrusor, lo que asegura la uniformidad de los copos de maíz resultantes.

### Ventajas

- **Bajo costo energético:** El uso de extrusión permite un ahorro del 50% en el consumo de energía en comparación con métodos tradicionales. Sin embargo, los equipos utilizados en la extrusión suelen tener un costo inicial más alto.
- **Mayor velocidad de procesamiento:** La extrusión es un proceso rápido que se completa en unos pocos minutos, lo que aumenta la productividad y acelera el retorno de la inversión en los equipos.
- **Menor costo de materia prima:** En general, el uso de extrusión puede reducir el costo de la materia prima en aproximadamente un 20%.
- **Uniformidad del producto:** La extrusión garantiza la uniformidad en el producto final, lo que es especialmente importante en la industria de alimentos.
- **Flexibilidad en el proceso:** La extrusión permite realizar modificaciones fácilmente en cuanto a la materia prima utilizada, temperatura y presión, lo que brinda la posibilidad de obtener una amplia variedad de productos.

En cuanto a los diferentes tipos de productos:

### *Snacks*

Los snacks se fabrican a partir de harinas y sémolas de productos ricos en almidón, como trigo y maíz. Se les añaden saborizantes, grasas, aceite, sal y azúcar. La masa se extrusiona para obtener productos expandidos o húmedos, que luego pueden recibir un tratamiento adicional de fritura o tostado.

### *Productos con base proteica vegetal (PVT)*

Estos productos, destinados principalmente a la dieta, se elaboran utilizando principalmente soja, que es rica en proteínas y grasas. La extrusión en caliente se utiliza para inactivar enzimas, mejorar la calidad nutricional y prolongar la vida útil. Se ajusta el pH de la soja y se añaden saborizantes y colorantes antes de someterla al proceso de extrusión. El resultado son fibras expandidas que se enfrían y secan hasta alcanzar una humedad del 6-8%.

### *Productos de confitería*

Estos productos, como los masticables gelatinizados y las gomas de frutas, se obtienen mediante la mezcla de almidones con glucosa y otros azúcares. La extrusión con calor provoca la gelatinización de los almidones y la disolución de los azúcares, lo que da lugar a la expansión del producto. La temperatura, presión, boquillas de salida y velocidad de corte se pueden ajustar para obtener diferentes productos.

### **Efectos sobre los alimentos**

**Calentamiento reducido:** La extrusión en tiempos cortos minimiza los efectos sobre los alimentos, como cambios en el color y sabor. Sin embargo, los aromas y colorantes artificiales pueden perderse más fácilmente.

**Pérdida de sabor y nutrientes:** Parte del sabor y algunas vitaminas pueden evaporarse junto con el agua durante la extrusión. Las pérdidas nutricionales son mínimas, aunque pueden variar según el producto y el procesamiento. Las proteínas de cereales y leguminosas pueden sufrir algunas alteraciones durante

la extrusión con calor, pero la extrusión en frío puede aumentar la digestibilidad de las proteínas.

### ***Tostado***

El tostado se realiza mediante radiación, conducción o convección de calor. Se forma una corteza que protege la humedad interior. Implica un secado rápido de la humedad superficial a altas temperaturas. A medida que la evaporación ocurre en la superficie, la zona de evaporación se expande y la parte externa del alimento se seca por completo, formando una corteza. Este proceso conlleva un cambio en la textura del alimento.

Durante el tostado, se busca un calentamiento rápido en la superficie para que se forme la corteza. A medida que la corteza se seca, se crea una capa impermeable que protege la humedad interior del alimento. En algunos casos, puede generarse vapor sobrecalentado que, al entrar en contacto con la masa, se enfría y condensa en la superficie, formando una película protectora. Esto ralentiza las reacciones químicas y resulta en una corteza más fina, más crujiente y más dorada.

### ***Horneado***

En el proceso de horneado, la humedad más externa del alimento se evapora y se aleja, mientras que la humedad del interior se mueve hacia la superficie para compensar la sequedad causada por el aire caliente y seco del horno. La velocidad a la que la humedad se mueve hacia el exterior depende de la temperatura y del tipo de producto.

A medida que el agua se desplaza hacia la superficie, se evapora a una velocidad similar a la que se produce la evaporación, lo que mantiene la textura del alimento más o menos constante. Esto significa que el alimento no se seca rápidamente en el interior, ya que la humedad interna se redistribuye hacia la superficie para mantener un equilibrio con el ambiente del horno.

Es importante tener en cuenta que la rapidez con la que la humedad se evapora y se aleja del alimento durante el horneado puede variar según la temperatura del horno, la duración del horneado y las características del producto en

particular. Estos factores influyen en la velocidad de evaporación y, por lo tanto, en la textura final del alimento horneado.

### **Otras afectaciones**

Afecta principalmente la textura de los alimentos y puede variar según el tiempo, la temperatura y el tipo de producto. En general, se forma una corteza más o menos gruesa en la superficie de los alimentos horneados.

En el caso de las carnes, el tostado provoca cambios en su composición. Las grasas presentes en el interior de la carne se derriten debido al calor, dispersándose por todo el alimento o goteando. El colágeno presente en la carne se vuelve soluble y forma gelatinas que quedan en la parte inferior de la superficie de la pieza. Las proteínas se desnaturalizan, lo que resulta en una pérdida de capacidad de retención de agua. Esto puede llevar a que la carne se encoja y se vuelva seca. Además, se forma una costra más o menos porosa en la superficie debido a la coagulación y degradación de las proteínas.

### **Conservación por frío**

#### **a) Refrigeración**

El sistema de refrigeración consta de cuatro componentes principales: el compresor, el condensador, el evaporador y la válvula de expansión. Estos componentes trabajan en conjunto para crear un ciclo continuo de refrigeración. El recorrido del líquido refrigerante a través del sistema es el siguiente:

- **Compresor:** El compresor es el corazón del sistema de refrigeración. Su función es comprimir el gas refrigerante, aumentando su presión y temperatura. Al comprimir el gas, se genera calor adicional en el proceso.
- **Condensador:** El gas refrigerante de alta presión y temperatura sale del compresor y se dirige al condensador. En el condensador, el gas se enfría y se convierte en líquido a medida que cede calor al medio ambiente circundante. Esto se logra mediante el intercambio de calor con el aire o mediante el uso de agua o refrigerante externo.

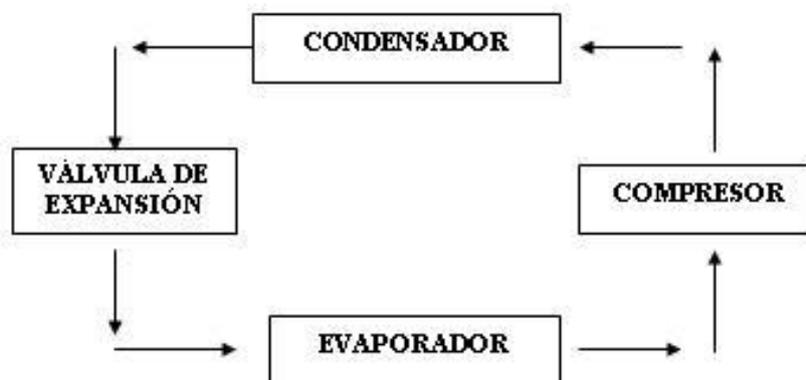
- **Válvula de expansión:** Después de pasar por el condensador, el líquido refrigerante de alta presión se dirige hacia la válvula de expansión. La función de esta válvula es reducir la presión del líquido refrigerante y regular su flujo hacia el evaporador. Al hacerlo, se produce una caída brusca de la presión y la temperatura del refrigerante.
- **Evaporador:** El refrigerante de baja presión y temperatura ingresa al evaporador, que es el componente ubicado en la zona a refrigerar. A medida que el refrigerante se expande en el evaporador, absorbe el calor del entorno circundante (como los alimentos en un refrigerador) y se evapora, volviendo a su estado gaseoso.

Después de pasar por el evaporador, el gas refrigerante de baja presión y temperatura regresa al compresor, donde se comprime nuevamente para reiniciar el ciclo de refrigeración.

Este proceso continuo de compresión, condensación, expansión y evaporación permite que el sistema de refrigeración mantenga la temperatura baja en el área deseada, ya sea una cámara de refrigeración, un refrigerador doméstico o cualquier otro sistema de refrigeración.

**Figura 2**

*Recorrido del líquido refrigerante*



El líquido refrigerante se vaporiza a través de un evaporador. En este proceso, el refrigerante que está en su mayoría en forma de líquido, se evapora. Para ello

necesita el calor latente de vaporización del refrigerante que se toma calor del medio a refrigerar (donde se encuentran los alimentos). Es por esto, que el evaporador se encuentra dentro del medio a refrigerar. A continuación, el refrigerante que está en forma de vapor saturado y a baja presión, pasa por un compresor que convierte el vapor saturado a baja presión, en sobrecalentado a alta presión. Éste es un proceso insentrópico, es decir, a entropía constante. Después, el refrigerante pasa por un condensador que lo transforma de vapor sobrecalentado a alta presión, a líquido saturado (en ocasiones subenfriado) a alta presión cediéndose, de esta manera, calor al exterior. El condensador suele estar colocado en la parte externa del frigorífico. Por último, el líquido refrigerante pasa por una válvula de expansión disminuyendo así la presión. En este proceso, una parte del líquido saturado, se evapora. Así el refrigerante pasaría de nuevo al evaporador repitiéndose de nuevo el ciclo descrito. El material de construcción de las tuberías del sistema suele ser de cobre por el alto coeficiente de conductividad térmica que presenta este metal.

Lo anteriormente expuesto, se produce en los sistemas de frío mecánico. Además, existe el sistema de frío criogénico en el que se emplean tanto el nitrógeno como el dióxido de carbono. Los compuestos criogénicos son aquellos que cambian de fase absorbiendo el calor latente del alimento con el que entra en contacto.

El dióxido de carbono no es ni tóxico ni inflamable, pero se ha de trabajar a altas presiones. Tiene su punto triple a 5 atm. de presión y 57° bajo cero. El dióxido de carbono al abrirse la botella donde se encuentra, sufre una expansión y se convierte en gas. Se emplea como refrigerante sobre todo en el transporte. No deja residuos ya que al sublimar da gas.

En el ámbito industrial, es fundamental controlar la humedad dentro de las cámaras de almacenamiento. Si el aire es demasiado húmedo, existe el riesgo de que se produzca condensación en el aire circulante, lo cual puede dar lugar al desarrollo de mohos y levaduras, lo que representa un peligro para los alimentos. Por otro lado, si el aire es demasiado seco, ciertos alimentos pueden perder agua y, en consecuencia, peso. Es importante tener en cuenta que algunos alimentos

son incompatibles para ser almacenados juntos, ya que requieren niveles de humedad diferentes. Esto es especialmente relevante en el caso de frutas tropicales y subtropicales, que son especialmente sensibles a este aspecto.

Para asegurar la eficacia del proceso de refrigeración, es necesario que el frío llegue al corazón del alimento, de manera que se puedan paralizar los procesos enzimáticos. En este sentido, la circulación de aire favorece el enfriamiento, asegurando una distribución uniforme de la temperatura en la cámara de almacenamiento.

En el caso de alimentos como la leche en polvo o la harina, es importante evitar un exceso de humedad, ya que podría ocasionar la formación de terrones. Por esta razón, se utilizan envases protectores que preservan estos alimentos y los protegen de la pérdida o absorción de humedad.

En resumen, el control de la humedad en el almacenamiento de alimentos a nivel industrial es esencial para evitar problemas como la formación de mohos, la pérdida de agua y la formación de terrones. Además, la circulación de aire favorece el enfriamiento adecuado de los alimentos, y se utilizan envases protectores para mantener la calidad de productos sensibles a la humedad.

En la industria, se utilizan puertas correderas y cuando están abiertas se pueden ver las cortinillas de plástico, esto se hace para que no haya fugas de frío o al menos para minimizar las pérdidas. La temperatura debe ser baja y sin fluctuaciones. Por ello, se controlan factores que pueden dar lugar a pérdidas de frío como:

- Número de fuentes de calor y potencia de las mismas: bombillas, vehículos, etc.
- Personas dentro de la instalación.
- Frecuencia de apertura de puertas y tamaño de éstas, así como el diferencial de temperatura entre el interior y exterior.
- Clase y cantidad del material almacenado (calor específico de cada uno y grado de respiración).

La carga frigorífica se refiere a la cantidad de energía necesaria para alcanzar y mantener una determinada temperatura. En el caso de los alimentos, especialmente las frutas, el objetivo del productor es lograr que alcancen su momento óptimo de sabor y calidad cuando se pongan a la venta. Para ello, se pueden aplicar diferentes condiciones ambientales que aceleren o retrasen la aparición de las características organolépticas ideales para el consumo.

Es importante tener en cuenta que los alimentos, incluso después de ser recolectados, continúan vivos y experimentan cambios en su composición y metabolismo a lo largo del tiempo. En el caso de las verduras y hortalizas, a medida que avanzan en su vida útil, disminuye su consumo de oxígeno a través de la respiración. Sin embargo, en el caso de las frutas, este proceso es diferente.

En resumen, la carga frigorífica se refiere a la energía necesaria para controlar la temperatura de los alimentos, y en el caso de las frutas, se busca optimizar su calidad organoléptica a través de condiciones ambientales adecuadas. Además, es importante tener en cuenta las diferencias en el metabolismo y la respiración entre las verduras y hortalizas, y las frutas durante su vida útil.

Dentro del grupo de las frutas, podemos distinguir entre frutas climatéricas y frutas no climatéricas. Las frutas climatéricas incluyen variedades como la manzana, albaricoques, aguacate, plátano, higos, mango, melón, melocotón, pera, ciruela, tomate, sandía, entre otras. Por otro lado, las frutas no climatéricas son aquellas como la cereza, uva, pepino, limón, piña, naranja, mandarina, fresas, entre otras.

Las frutas climatéricas se caracterizan por experimentar un aumento en el consumo de oxígeno, es decir, tienen una mayor tasa de respiración durante el proceso de maduración organoléptica. En cambio, las frutas no climatéricas se comportan de manera similar a las verduras y hortalizas, manteniendo una disminución continua en la tasa de respiración a lo largo del tiempo.

El etileno es una fitohormona producida por las plantas que desempeña un papel crucial en la coordinación y control de numerosos procesos durante el desarrollo

y la senescencia de las plantas. Durante la maduración organoléptica de las frutas, los niveles de etileno alcanzan su punto máximo. El etileno juega un papel importante en la maduración de las frutas climatéricas, estimulando la producción de enzimas que están involucradas en la descomposición de almidón, la síntesis de azúcares y la degradación de la clorofila, lo que contribuye a la aparición de las características organolépticas deseadas, como el cambio de color, la suavidad y el aroma.

El control de la maduración de las frutas puede lograrse mediante la manipulación de varios factores, como los niveles de etileno, oxígeno y dióxido de carbono, así como la temperatura atmosférica a la que se somete la fruta.

La refrigeración es un método eficaz para retardar el consumo de oxígeno de la fruta, lo que la convierte en un sistema de almacenamiento doméstico adecuado para retrasar la senescencia y el marchitamiento de la planta. En otras palabras, ayuda a prolongar la vida útil de la fruta, es decir, el tiempo durante el cual la fruta se mantiene en condiciones óptimas para su consumo. Sin embargo, cada fruta tiene una temperatura crítica de almacenamiento, por debajo de la cual se producen lesiones irreversibles causadas por el frío. Estas lesiones pueden incluir pardeamiento interno y externo, incapacidad para madurar, manchas en la piel, ablandamiento, entre otros. Por ejemplo, no se recomienda someter las manzanas a temperaturas inferiores a 2-3°C, los plátanos deben mantenerse a temperaturas no inferiores a 12-13°C, los limones no deben estar a menos de 13°C, el mango no debe estar a menos de 10-12°C y los tomates verdes no deben someterse a temperaturas por debajo de los trece grados. Estos son solo ejemplos, ya que las temperaturas críticas pueden variar según la variedad de cada especie. Por otro lado, hay otras frutas y verduras que no sufren daños si se almacenan a temperaturas cercanas a 0°C e incluso inferiores, como el membrillo, las fresas, la alcachofa, la coliflor, la espinaca, algunas variedades de manzanas, cerezas, moras, higos, uvas, frambuesas, etc. Cada fruta tiene sus propias condiciones óptimas de almacenamiento en cuanto a temperatura y humedad relativa del entorno de almacenamiento.

En la industria, no sería económico ni práctico utilizar múltiples dispositivos de refrigeración para satisfacer las diferentes necesidades de almacenamiento de diversas frutas, verduras y hortalizas. Sin embargo, se emplean varios refrigeradores y se agrupan las frutas con necesidades de almacenamiento similares para optimizar las condiciones de conservación

Además, en el ámbito de los almacenes frigoríficos industriales, se pueden establecer distintos tipos de atmósferas, siendo las más importantes las siguientes:

- **Atmósfera Controlada** (CAS, por sus siglas en inglés): En este caso, la mercancía se encuentra en un recinto donde se mantiene constante la temperatura, humedad y composición del aire a lo largo de todo el período de almacenamiento. Se controlan y corrigen cualquier variación para mantener la concentración de gases en su estado original. Se busca mantener condiciones atmosféricas estables durante todo el proceso.
- **Atmósfera Modificada** (MAS, por sus siglas en inglés): Aquí, la temperatura, humedad y composición del aire se ajustan adecuadamente al introducir el producto en el refrigerador. Sin embargo, debido a fugas y a la respiración de los alimentos, las condiciones pueden variar con respecto a las establecidas inicialmente y no se corrigen activamente. Aunque se produce cierta modificación inicial, no se garantiza su mantenimiento constante.
- **Envasado en Atmósfera Modificada** (MAP, por sus siglas en inglés): En este caso, se utiliza un envasado específico donde se reduce la concentración de oxígeno y se aumenta la de dióxido de carbono hasta valores que pueden llegar al 15-20%. Esto crea una atmósfera favorable para la conservación del producto. El objetivo es prolongar la vida útil y mantener la calidad de los alimentos mediante el control de la composición gaseosa dentro del envase.

En otra variante de la atmósfera modificada, se elimina el aire del paquete y se reduce la presión interna. El dióxido de carbono actúa como un agente

bacteriostático, mientras que el nitrógeno, al ser inerte, se utiliza para desplazar el oxígeno. Los productos envasados al vacío pueden presentarse con un aspecto aplastado o hinchado, dependiendo de las concentraciones de gases diferentes a las de la atmósfera ambiental. Esta técnica se utiliza principalmente en verduras y frutas, pero también se aplica en carnes y pescados, entre otros alimentos.

El envasado al vacío se considera una forma de atmósfera modificada, ya que se crea un entorno con presión inferior a la atmosférica, que suele ser de 101,325 Kpa. La composición del aire atmosférico es aproximadamente 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases como argón, helio y dióxido de carbono.

El oxígeno presente en el aire contribuye al deterioro de los alimentos y altera su apariencia debido a las oxidaciones. Al eliminar el aire, se elimina una fuente importante de contaminación. El frío, por su parte, ralentiza el deterioro de los alimentos, y si se combina con la ausencia de aire, el almacenamiento puede ser altamente efectivo. Sin embargo, en casos particulares, como en 100 gramos de carne roja, el oxígeno es necesario para mantener el color rojo y prevenir el desarrollo de la bacteria *Clostridium botulinum*, que es anaerobia. Por lo tanto, en el caso de la carne, es conveniente aplicar frío con temperaturas superiores a 3°C y mantener cierta presencia de oxígeno, o bien eliminar completamente el oxígeno y almacenar a temperaturas inferiores a 3°C para evitar el crecimiento de *Clostridium botulinum*.

### **Efecto del almacenamiento sobre los alimentos**

Los alimentos se clasifican según la temperatura de almacenamiento de la siguiente manera:

- **Entre -1°C y +1°C:** carnes y pescados frescos, pescado ahumado, embutidos y carne picada.
- **Entre 0°C y +5°C:** carnes pasteurizadas y enlatadas, leche (fresca o pasterizada), productos lácteos (nata, yogures), ensaladas preparadas, verduras, sándwiches y pastas frescas.

- **Entre 0°C y +8°C:** carnes curadas, mantequillas, quesos curados y la mayoría de las frutas y verduras.

Algunos productos pueden sufrir daños por el frío, como quemaduras, si se les somete a ciertas temperaturas (3-10°C). Esto suele ocurrir con frutas tropicales como la piña y los mangos, aunque estos daños no suelen ser graves, alteran principalmente el aspecto visual de la fruta.

En cuanto a la carne, la carne roja requiere la presencia de oxígeno para mantener su color rojo y garantizar la presencia de cepas anaerobias. Por otro lado, la carne blanca, que incluye aves, cerdos y carne cocinada, no depende tanto del oxígeno, por lo que su conservación puede excluir la presencia de este gas.

En el caso del pescado, si la humedad es alta, puede reaccionar con el dióxido de carbono y formar ácido carbónico, lo que provoca un sabor desagradable y picante.

En cuanto a las frutas, algunas toleran concentraciones de dióxido de carbono del 10 al 15%. Sin embargo, estas concentraciones no se pueden aplicar a todas las frutas, ya que algunas pueden resultar tóxicas para ellas. El objetivo es mantenerlas frescas y en buen estado.

El objetivo principal de las atmósferas modificadas y controladas es mantener la calidad de los alimentos refrigerados durante más tiempo. Esto se logra al prolongar la vida útil de los alimentos, mantener su color, textura y aroma, evitar el enranciamiento, minimizar el uso de conservantes y antioxidantes, minimizar las pérdidas de peso, retardar el crecimiento de mohos y bacterias, disminuir la exudación de los alimentos y evitar la mezcla de olores.

En el punto de venta, se utilizan bandejas de tipo rejilla con tejidos absorbentes debajo para eliminar los exudados de los alimentos y evitar la pérdida de peso al pesarlos sin el exudado. Los alimentos grasos, como la leche, la mantequilla y los huevos, pueden absorber olores de otros alimentos, como el pescado y la cebolla.

El uso de atmósferas modificadas o controladas puede prolongar significativamente la vida útil de los alimentos refrigerados. Sin embargo,

algunos alimentos pueden experimentar cambios, como la pérdida de firmeza en las hortalizas, la desecación y pardeamiento en la carne, la formación de terrones en alimentos pulverulentos y la oxidación de grasas.

En general, el frío reduce la actividad enzimática y microbiana, lo que hace que los alimentos sean más duraderos. Además, el frío se utiliza para controlar los microorganismos y las reacciones enzimáticas deseadas en la maduración de alimentos como quesos y carnes. También se utiliza para realizar cortes de carne, criomolienda, deshuesado, separación de ceras en aceites, extracción de zumos y para bebidas gaseosas.

Incluso en condiciones de refrigeración deficientes, los alimentos aún tienen mejores condiciones que si se mantuvieran a temperatura ambiente. Por lo general, se utilizan temperaturas entre 2 y 7°C para evitar alteraciones físicas o químicas en los alimentos.

## **b) Congelación**

La congelación es un proceso que aumenta la vida útil de los alimentos al someterlos a bajas temperaturas, generalmente alrededor de -20 a -30°C. Aunque el agua se convierte en hielo a 0°C, no todo el alimento se congela a esta temperatura. La conservación mediante congelación se logra gracias a una combinación de las bajas temperaturas, que inactivan los microorganismos y enzimas presentes en el alimento, y la reducción de la actividad del agua en el alimento. Si se realiza de manera adecuada, incluyendo el proceso de congelación, manipulación, almacenamiento y descongelación, las características organolépticas y nutritivas del alimento apenas se ven afectadas.

La congelación ayuda a detener el deterioro del alimento al reducir drásticamente la actividad del agua. En la pequeña cantidad de agua que no se ha congelado, la concentración de solutos es tan alta que resulta casi imposible que se desarrolle alguna actividad metabólica. Este efecto se intensifica si el alimento ha sido sometido previamente a algún tratamiento térmico.

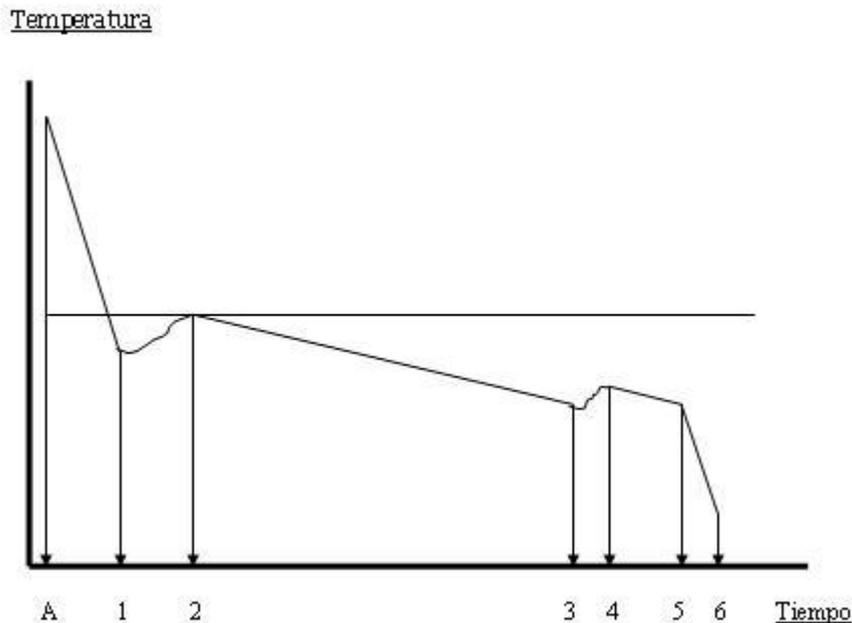
Algunos productos frescos siguen respirando y generando calor, por lo que es necesario eliminar este calor durante el proceso de congelación.

Una vez que se alcanza el punto de congelación, es necesario eliminar el calor latente de cristalización para reducir la formación de cristales de hielo. La presencia de grasas y otros componentes en los alimentos permite que se solidifiquen a temperaturas más altas que el agua. La formación de cristales de hielo ocurre a temperaturas ligeramente inferiores a las normales para el agua pura, y esto varía dependiendo de la composición del producto.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de temperaturas de congelación para diferentes alimentos:

- Carne: alrededor de  $-1^{\circ}\text{C}$ .
- Verduras: entre  $-1,5$  y  $-2,7^{\circ}\text{C}$ .
- Frutos secos: alrededor de  $-7^{\circ}\text{C}$ .

Dado que el calor latente de congelación del agua es significativamente mayor que el de otros componentes presentes en los alimentos, como grasas, proteínas, carbohidratos o minerales, y considerando que el agua es el componente principal en la mayoría de los alimentos, la cantidad de calor que se debe eliminar para lograr la congelación suele ser considerable, lo que implica una demanda energética significativa. La energía se suministra en forma eléctrica y es consumida en los sistemas de refrigeración mecánica, para comprimir el gas refrigerante y en otros para comprimir y enfriar los compuestos criogénicos.

**Figura 3***Influencia de la temperatura en la congelación*

La temperatura en el centro del alimento suele registrar la siguiente variación:

A-1: Durante esta etapa, el alimento se enfría desde su temperatura inicial hasta por debajo de su punto de congelación, que siempre es inferior a cero grados Celsius. En el punto A, el agua aún se encuentra en estado líquido, lo que se conoce como subenfriamiento.

1-2: En esta fase, la temperatura del alimento aumenta debido a la cristalización del agua, generando calor latente de congelación a una velocidad mayor que la que se elimina del alimento.

2-3: El proceso de cristalización del agua continúa, y la temperatura del alimento se mantiene casi constante con un ligero descenso. Esto se debe a que los solutos se concentran en el agua que aún está en estado líquido, lo que disminuye el punto de congelación.

3-4: En este punto, uno de los solutos alcanza un estado de sobresaturación y comienza a cristalizar. Por lo general, el primer soluto en cristalizar es aquel con un punto de congelación más alto. A este punto se le conoce como eutéctico, y la

liberación de calor latente de congelación del soluto provoca un aumento en la temperatura del alimento.

4-5: La cristalización tanto del agua como de los solutos continúa.

5-6: La temperatura del alimento continúa descendiendo hasta alcanzar la temperatura del congelador. El grado de congelación alcanzado por el alimento dependerá de la temperatura del congelador (a menor temperatura, mayor porcentaje de congelación del alimento) y de las características particulares del alimento que se está congelando.

Durante el proceso de descongelación, ocurre lo contrario en términos de la gráfica. Sin embargo, la descongelación es más lenta que la congelación para diferenciales de temperatura iguales pero invertidos. Esto se debe a que la conductividad térmica del hielo es cuatro veces mayor que la del agua. Cada cristal de hielo que se forma favorece la congelación de la gota de agua adyacente, pero cada gota de agua que se forma actúa como un aislante e impide la descongelación de la gota de agua vecina.

Es importante tener en cuenta que el agua es más densa que el hielo, lo que significa que ocupa menos volumen. En algunos alimentos, como frutas y verduras que contienen una gran cantidad de células y agua, la congelación puede ser desfavorable. Cuando se forma hielo y ocupa aproximadamente un 9% más de volumen que el agua original, los tejidos del alimento se destruyen, lo que resulta en la pérdida de sus características organolépticas al descongelarlo para su consumo.

Si la congelación ocurre lentamente, el agua de los espacios intercelulares se congela, los solutos presentes en el líquido extracelular se concentran y hay migración de agua intracelular hacia el exterior, lo que aumenta el tamaño del cristal de hielo. En algún momento, las células se plasmolizan, lo que significa que pierden la mayor parte de su agua para equilibrar la concentración de solutos dentro y fuera de las células. Este fenómeno no se puede revertir durante la descongelación, ya que el agua perdida no vuelve a ingresar a las células.

## **Efectos de la congelación sobre los alimentos**

En general, los efectos mencionados son insignificantes, aunque ciertos tratamientos previos pueden causar daños al producto. Los sabores, colores y olores no se ven afectados, pero períodos de congelación excesivamente prolongados pueden resultar en pérdidas.

El principal inconveniente reside en la formación de cristales de hielo grandes al congelarse el agua. En el caso de emulsiones, puede ocurrir la desnaturalización y precipitación de proteínas, lo cual explica por qué no se fabrica leche congelada. En el caso de productos de panificación, se prefiere una congelación rápida y se utilizan sistemas de congelación de alta potencia.

En tejidos animales, que son más flexibles que los vegetales debido a su estructura fibrosa, los cristales de hielo tienen más probabilidades de dañar la estructura celular y alterar la textura. En una congelación lenta, los cristales que se forman en los espacios intercelulares crecen deformando y rompiendo las paredes celulares. En esas áreas, la presión de vapor es inferior que, en el interior de las células, lo que provoca que el citoplasma, principalmente agua, tienda a salir (dejando una alta concentración de solutos en el interior) y se congele alrededor del núcleo de los cristales de hielo. Esto resulta en el crecimiento de los cristales y la deshidratación irreversible de las células, lo que causa daños.

El grado de daño causado está relacionado con el tamaño de los cristales de hielo, que a su vez depende del tiempo y las temperaturas aplicadas durante el proceso de congelación. La cantidad de afectación en la carne se debe a la calidad del producto, su capacidad de adaptación a la congelación y los tratamientos térmicos previos.

La congelación rápida produce una mayor cantidad de cristales, pero estos son considerablemente más pequeños. Debido a su ubicación en los espacios intercelulares y en el interior de las células, el daño físico ocasionado es menor. Además, no se produce deshidratación significativa debido a la ausencia de

gradientes de presión de vapor pronunciados. En consecuencia, los cambios en la textura son mucho menos notorios en comparación con la congelación lenta.

El almacenamiento del producto congelado también puede influir en su estado. Una temperatura de congelación más baja reduce la reproducción microbiana y su metabolismo, ya que prácticamente se detienen por completo. Sin embargo, cabe destacar que estos tratamientos no logran desnaturalizar las enzimas presentes en el alimento.

Es cierto que la congelación puede tener diversos efectos en los microorganismos presentes en los alimentos. Las células vegetativas de levaduras, mohos y algunas bacterias Gram negativas son más sensibles y suelen ser destruidas por el frío. Sin embargo, las bacterias Gram positivas y las esporas de moho son más resistentes al frío y pueden sobrevivir en condiciones de congelación.

Con el fin de minimizar la presencia de microorganismos contaminantes, es común aplicar tratamientos previos al proceso de congelación. En el caso de frutas, se utilizan diferentes métodos, como la acidificación, el tratamiento con sulfitos (aunque su uso está disminuyendo) o la eliminación del aire del producto.

En el caso de tejidos vegetales, se pueden producir degradaciones de pigmentos, como la clorofila que puede convertirse en feofitina, adquiriendo un tono marrón. También puede haber pérdida de vitaminas, especialmente las hidrosolubles como la vitamina C y el ácido pantoténico. Existe una relación entre la temperatura de congelación y la pérdida de vitaminas, aumentando aproximadamente entre 60 y 70 veces por cada incremento de 10 °C en la temperatura del congelador.

Las oxidaciones de lípidos ocurren de manera muy lenta a temperaturas cercanas a los -18 °C. Estas oxidaciones suelen ser catalizadas por la presencia de metales, la exposición a la luz o la actividad de enzimas.

Durante la congelación, pueden ocurrir reacciones de degradación propias de los alimentos debido a la presencia de enzimas, aunque su velocidad se ve

considerablemente reducida. El tiempo máximo de conservación en el estado congelado está estrechamente relacionado con la textura, el color y la calidad nutritiva del alimento.

### Proceso en ingeniería de los alimentos

Centrifugación: Es el método de separación de líquido a sólido o de líquido a líquido a través de la fuerza centrífuga, con la aplicación de la fuerza de fricción, fuerza de elevación y fuerza de gravedad. Tomando en cuenta la siguiente fórmula:

$$V = \frac{d^2 (d_s - d_l) g}{18w}$$

Donde: V= velocidad

d = diámetro de la particular

$d_s$  = densidad del sólido

g = gravedad

w = viscosidad.

**Tratamiento por calor:** En el procesamiento se da la transferencia de calor que puede efectuarse por los siguientes mecanismos:

- **Conducción:** Se da en sólidos por transmisión directa, el calor se transporta de moléculas, se manifiesta en los tres estados, sólidos, líquido y gaseoso.

El mejor conductor de calor es el cobre, sin embargo, no se usa para trabajar con alimentos, por lo que en la mayor parte de instalaciones se usa el acero inoxidable, debido a que este material resiste mejor el ataque de algunos alimentos ácidos.

Ejemplos de Conductores Térmicos de Metales:

Cobre	388,00
Acero Inoxidable	21,00
Concreto	0,87
Agua	0,57

- **Convección:** Consiste en la transferencia de calor por grupos de moléculas que se mueven por diferencia de densidad (aire caliente) o por agitación (líquidos sometidos a agitación).

Ejemplos de Coeficientes de Transmisión de Calor superficial:

Líquidos en ebullición	$3 \times 10^3 - 6 \times 10^4$
Vapor de agua condensada	$12 \times 10^3$

## **CAPÍTULO II**

### **CONTROL DE CALIDAD DE LA TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

## 2.1 Control de calidad de la materia prima

Los alimentos son las materias primas utilizadas en la industria agroalimentaria y son consumidos por los seres humanos para satisfacer sus necesidades de subsistencia. Estas sustancias químicas, una vez ingeridas, digeridas y absorbidas por el organismo, desempeñan diversas funciones como el crecimiento y reparación de tejidos, suministro de energía para mantener la temperatura corporal y llevar a cabo actividades, y regulación de los procesos metabólicos.

Los nutrientes son los componentes de los alimentos responsables de estas funciones. Hay seis grupos principales de nutrientes: los hidratos de carbono, las grasas o lípidos, las proteínas, las vitaminas, los minerales y el agua. Los hidratos de carbono y las grasas son fuentes de energía para el organismo, mientras que las proteínas desempeñan una función estructural al formar los tejidos y órganos del cuerpo y reparar su desgaste. Las vitaminas actúan como catalizadores en las reacciones metabólicas, los minerales tienen funciones reguladoras y estructurales (como la formación de huesos), y el agua es el medio en el cual se llevan a cabo las funciones orgánicas y metabólicas, así como el transporte de sustancias y nutrientes.

Además de los nutrientes, existen otros componentes en los alimentos que, aunque no son considerados nutrientes en sentido estricto, son importantes en la alimentación y en los procesos de procesamiento y conservación de alimentos.

Entre ellos están:

- a) La fibra alimentaria es un componente presente en alimentos de origen vegetal que no se digiere en el organismo, pero desempeña un papel importante en la regulación de los procesos intestinales y en la prevención de enfermedades.
- b) Las enzimas son sustancias que actúan como catalizadores en las reacciones químicas que ocurren en los alimentos y en el cuerpo humano.

c) Los aditivos naturales son sustancias que se agregan a los alimentos con el fin de mejorar sus propiedades organolépticas, como pigmentos para dar color, antioxidantes para prevenir la oxidación, emulgentes para mejorar la textura y acidulantes para ajustar la acidez, entre otros.

d) Los estimulantes son componentes presentes en algunos alimentos que tienen efectos estimulantes en el organismo, como la cafeína en el café o el té.

e) Los componentes del "flavor" son sustancias utilizadas para proporcionar sabor y aroma a los alimentos, como saborizantes y aromas artificiales o naturales.

Los alimentos se agrupan en sistemas o grupos alimentarios en función de los nutrientes que predominan en su composición. Estos grupos incluyen, por ejemplo, los alimentos ricos en carbohidratos, como los cereales y las legumbres, los alimentos ricos en proteínas, como la carne y los lácteos, los alimentos ricos en grasas, como los aceites y las nueces, y los alimentos ricos en vitaminas y minerales, como las frutas y las verduras.

**Tabla 3**

*Principales sistemas alimentarios*

Grupo 1.	Leche, queso y productos derivados
Grupo 2.	Carnes, Pescados, huevos y legumbres
Grupo 3.	Cereales, papas y derivados
Grupo 4.	Verduras, hortalizas y fruta
Grupo 5.	Aceites, mantequilla, margarina y grasas
Grupo 6.	Azúcar, bebidas refrescantes, bebidas alcohólicas estimulantes.

En términos generales, el grupo 1 se caracteriza por ser rico en sales minerales, como el calcio, así como en vitaminas, proteínas y grasas. El grupo 2 está compuesto por alimentos que son especialmente ricos en proteínas, y aquellos de origen animal también aportan grasas. El grupo 3 se destaca por ser principalmente rico en hidratos de carbono. Por su parte, el grupo 4 provee vitaminas, minerales y fibra alimentaria. El grupo 5 consiste en alimentos con un alto contenido de lípidos. Finalmente, el grupo 6 incluye sustancias que, aunque no son esenciales en la alimentación, tienen una importante dimensión social.

En la actualidad, se consideran como materias primas de la industria agroalimentaria los animales sacrificados, los productos marinos como el pescado, así como los cereales, legumbres, frutas y hortalizas cosechadas. Estas materias primas alimentarias son altamente complejas debido a su origen en organismos vivos y presentan variaciones estacionales, climáticas, regionales y están sujetas a diferentes métodos agrícolas o zootécnicos. Por lo tanto, se requiere un control de calidad complejo que tenga en cuenta estos factores, junto con otros aspectos relevantes, como:

- Los cambios que ocurren durante el almacenamiento de los alimentos.
- Las modificaciones y reacciones que surgen durante la manipulación, conservación y fabricación de productos procesados.
- Las reacciones de deterioro, ya sea de naturaleza microbiológica o resultantes de los procesos tecnológicos.
- Las medidas tomadas para prevenir y revertir el deterioro de los alimentos.
- La reducción de la presencia de contaminantes no deseados que pueden ingresar durante la fabricación y el envasado.
- Las fluctuaciones en el valor nutricional de los alimentos.

## 2.2 Control de calidad del producto final

El control de calidad del producto final o producto procesado, se debe considerar:

**Calidad:** Se refiere al conjunto de características de un producto o entidad que le permiten cumplir con las necesidades y expectativas establecidas, tanto explícitas como implícitas, del cliente. La calidad se basa en la aptitud del producto para satisfacer los requisitos y proporcionar un nivel de satisfacción adecuado al usuario. La calidad puede evaluarse en función de diferentes aspectos, como la funcionalidad, durabilidad, confiabilidad, eficiencia, seguridad y cumplimiento de normas y estándares establecidos.

### **Atributos de calidad**

Los atributos de calidad se refieren a las características del producto que determinan su aptitud para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente. Estos atributos pueden ser cuantitativos, como el rendimiento y la proporción de ingredientes, o bien ocultos, como el valor nutritivo y la presencia de adulterantes o sustancias tóxicas. Además, se consideran los atributos sensoriales, como el sabor, el color, la textura y la apariencia del producto.

### **Calidad de producto**

En cuanto a la calidad del producto, se evalúa en diversos aspectos. La calidad sensorial se refiere a las características perceptibles por los sentidos, como el sabor, el aroma, la textura y el aspecto visual. La calidad en términos de salud se relaciona con la ausencia de patógenos, sustancias extrañas y compuestos tóxicos que puedan afectar la seguridad alimentaria. La vida en anaquel se refiere a la duración del producto después de su producción, considerando su conservación y capacidad para mantener sus atributos de calidad. La calidad nutritiva se refiere al contenido de nutrientes presentes en el producto, que contribuyen a su valor nutricional. Por último, el empaque y etiqueta deben ser atractivos, funcionales y adecuados para el tipo de producto, brindando información clara y precisa al consumidor.

## 2.3 Control tecnológico de la materia prima y producto final

### **Métodos físico químicos del control de calidad**

Los métodos físico-químicos utilizados para el control de calidad tanto en la materia prima como en el producto final son los reglamentariamente establecidos.

- Determinación de humedad y materia seca. método AOAC. 1990.
- Determinación de ceniza. método AOAC. 1990.
- Determinación de proteína total (método semimicro kjeldahl). método AOAC. 1990.
- Determinación de grasa total (método de soxhlet). método AOAC. 1990.
- Determinación de la fibra cruda. método AOAC. 1990.
- Determinación del extracto libre de nitrógeno. método AOAC. 1990.
- Determinación de digestibilidad de la proteína in vitro. método AOAC. 1990.
- Determinación de acidez titulable. NTP. 205.039. 1975.
- Determinación de índice de peróxido método 965.33 de la AOAC. 1990.
- Determinación de minerales. método 968.08 de la AOAC. 1990.
- Determinación de vitaminas. método AOAC. 1990.



**CAPÍTULO III**  
**ADITIVOS ALIMENTARIOS**

Los aditivos alimentarios son sustancias que se incluyen en los productos o alimentos con el fin de mejorar sus propiedades sensoriales, organolépticas o nutritivas, y facilitar su proceso de fabricación.

Las funciones que cumplen son:

- Conservan la consistencia del producto.
- Mejoran o conservan el valor nutricional.
- Conservan la salubridad y buen sabor del alimento.
- Controlan la acidez y alcalinidad.
- Suministran color y mejoran el sabor.

### 3.1 Características

Los aditivos alimentarios presentan diversas características, dependiendo del tipo y uso de estos, ya que principalmente cumplen con mejorar las características organolépticas; mejorar las propiedades físicas y preservar la integridad del alimento. Los tipos de aditivos son:

- Agentes antimicrobianos.
- Colorantes.
- Agentes de firmeza y textura.
- Saborizantes.
- Nutrientes.
- Antioxidantes.
- Emulsionantes.
- Estabilizantes.
- Enzimas.

Las normativas establecen una lista de aditivos permitidos y su cumplimiento es obligatorio para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos. El uso de aditivos alimentarios tiene varios propósitos beneficiosos, como:

- Preservar la calidad nutricional de los alimentos.

- Proporcionar ingredientes esenciales para grupos con necesidades dietéticas especiales.
- Mejorar la estabilidad y características sensoriales de los alimentos sin ocultar ninguna información.
- Facilitar la fabricación, transporte y almacenamiento de los productos sin encubrir posibles defectos.

**a) Los agentes antimicrobianos:** son sustancias utilizadas para combatir microorganismos no deseados en los alimentos. Algunos ejemplos de estos agentes son:

- Benzoato de sodio: Es eficaz contra levaduras y bacterias, pero no tiene acción sobre los hongos. Se utiliza en productos como jaleas, conservas de frutas, margarina y jugo de naranja.
- Metilparaben: Actúa contra levaduras y bacterias, pero no es efectivo contra bacterias gram negativas.
- Ácido acético: Tiene propiedades antimicrobianas contra levaduras y bacterias, pero no es eficaz contra hongos.
- Ácido propiónico: Es utilizado para combatir hongos presentes en el pan, queso suizo o queso gruyere.
- Ácido sórbico: Actúa contra bacterias, hongos y otros microorganismos, pero no tiene acción contra la bacteria del botulismo.
- Óxido de etileno: Se utiliza como fumigante para destruir microorganismos.
- Bióxido de azufre: Es eficaz contra bacterias, pero no tiene efecto sobre hongos o levaduras.
- Nitrato y nitrito de potasio o sodio: Estos compuestos inhiben el crecimiento de la bacteria causante del botulismo. También tienen la capacidad de oxidar el hierro presente en la hemoglobina.
- Nisina: Es una sustancia que inhibe el crecimiento del *Clostridium botulinum*, una bacteria asociada al botulismo.
- Natamicina: Se utiliza para inhibir el crecimiento de hongos en los quesos.

Estos agentes antimicrobianos son utilizados en la industria alimentaria para garantizar la seguridad y prolongar la vida útil de los productos.

**b) Colorantes certificados:** FD&C = *Food, drugs and cosmetics*.

- FD&C Blue #1.
- FD&C Blue #2.
- FD&C Green #3.
- FD&C Red #3.
- FD&C Red #40.
- FD&C Yellow #5.
- FD&C Yellow #6.

**c) Colorantes no certificados:**

- Aceite de zanahoria, polvo de zanahoria.
- Ácido carmínico.
- Achiote.
- Azafrán.
- b-caroteno.
- b-apo-81-carotenal.
- Caramelo.
- Cúrcuma.
- Cantaxantina.
- Clorofila.
- Paprika.

**d) Los agentes de firmeza y textura:** son sustancias utilizadas para mejorar la consistencia y textura de los alimentos. Algunos ejemplos de estos agentes son:

- Alginato de sodio: Se utiliza como agente espesante y gelificante en alimentos como helados y postres.
- Cloruro de calcio: Ayuda a mejorar la firmeza en productos lácteos y alimentos enlatados.

- Goma arábica: Contribuye a mejorar la textura en productos como bebidas y aderezos.
- Goma guar: Actúa como espesante y estabilizante en alimentos líquidos y productos horneados.
- Carbonato de magnesio: Se utiliza para mejorar la firmeza en productos de panadería.
- Fosfato tribásico de calcio: Ayuda a mantener la consistencia en alimentos procesados y productos cárnicos.
- Propilenglicol: Se utiliza como agente de textura en alimentos como helados y productos de panadería.

**e) Los antioxidantes:** son sustancias que ayudan a prevenir la oxidación de los alimentos, lo que ayuda a mantener su calidad y estabilidad. Algunos ejemplos de antioxidantes son:

- Ácido ascórbico (vitamina C): Se utiliza para prevenir la decoloración y mantener la frescura en frutas y verduras.
- BHQT (butilhidroxitolueno): Se utiliza para evitar la oxidación de grasas y aceites en productos como margarina y snacks.
- Galato de propilo: Contribuye a prevenir la oxidación en productos grasos y alimentos procesados.
- EDTA (ácido etilendiaminotetraacético): Se utiliza como agente quelante para evitar la oxidación en productos enlatados y bebidas.
- Lecitina: Actúa como antioxidante en alimentos como chocolates y productos horneados.

**f) Los edulcorantes:** son sustancias utilizadas para proporcionar un sabor dulce a los alimentos, generalmente con menor contenido calórico que el azúcar. Algunos ejemplos de edulcorantes son:

- Aspartame: Es un edulcorante artificial utilizado en una amplia variedad de productos bajos en calorías.
- Manitol: Se utiliza como edulcorante en productos sin azúcar, como chicles y caramelos.

- Sorbitol: Es un edulcorante natural presente en muchas frutas y se utiliza en productos sin azúcar y alimentos para diabéticos.
- Xilitol: Es un edulcorante natural que se encuentra en frutas y se utiliza en productos sin azúcar y chicles.
- Sucralosa: Es un edulcorante artificial que se utiliza en bebidas y alimentos bajos en calorías.
- Acesulfame-K: Es un edulcorante artificial utilizado en una variedad de productos sin azúcar y bebidas.
- Sacarina: Es un edulcorante artificial utilizado en productos bajos en calorías y bebidas.

**g) Los emulsionantes:** son sustancias utilizadas para estabilizar y mantener la mezcla de ingredientes en los alimentos. Algunos ejemplos de emulsionantes son:

- Aceite de colza hidrogenado: Se utiliza como emulsionante en productos de panadería y margarina.
- Ácido algínico: Actúa como estabilizante y espesante en alimentos como helados y salsas.
- Alginato de sodio: Se utiliza como agente espesante y estabilizante en alimentos procesados y productos lácteos.
- Alginato de propilenglicol: Contribuye a la estabilidad y textura en productos lácteos y postres.
- Arabinogalactato: Se utiliza como estabilizante en productos lácteos y bebidas.
- Goma carragena: Actúa como agente espesante y estabilizante en alimentos como helados y productos cárnicos.
- Goma guar: Contribuye a la estabilidad y textura en alimentos líquidos y productos horneados.
- Tragacanto: Se utiliza como agente espesante en productos lácteos y postres.

- Goma xantana: Actúa como espesante y estabilizante en una variedad de alimentos y productos horneados.
- Lecitina: Se utiliza como emulsionante en alimentos como chocolates y productos de panadería.
- Monoestearato de sorbitano: Contribuye a la estabilidad y textura en productos horneados y helados.
- Mono y diglicéridos de grasas comestibles: Actúan como emulsionantes en una amplia gama de alimentos y productos horneados.
- Polisorbato 80: Se utiliza como emulsionante en productos lácteos, helados y aderezos.

**h) Las enzimas:** son proteínas que catalizan reacciones químicas en los alimentos.

Algunos ejemplos de enzimas utilizadas en la industria alimentaria son:

- Gluco amilasa: Se utiliza para la hidrólisis de almidón en la producción de jarabes y azúcares.
- Alfa amilasa: Actúa en la degradación del almidón en productos de panadería y cerveza.
- Beta amilasa: Participa en la degradación del almidón durante la malteación y producción de bebidas alcohólicas.
- Bromelina: Se utiliza como enzima de ablandamiento en la producción de carnes procesadas.
- Rennina: Se emplea en la coagulación de la leche en la producción de quesos.
- Lipasa: Contribuye a la hidrólisis de grasas y aceites en la producción de productos lácteos y embutidos.

**i) Los estabilizadores y espesantes:** son sustancias utilizadas para mantener la consistencia y estabilidad de los alimentos. Algunos ejemplos de estabilizadores y espesantes son:

- Aceite de colza hidrogenado: Se utiliza como estabilizador y emulsionante en productos horneados y margarina.

- Acetato de calcio: Actúa como estabilizador en productos lácteos y productos de panadería.
- Acetato de potasio: Contribuye a la estabilidad en productos lácteos y bebidas.
- Agar: Se utiliza como espesante y gelificante en alimentos como gelatinas y postres.
- Alginatos: Actúan como estabilizantes y espesantes en alimentos procesados y productos lácteos.
- Acetato de almidón: Se utiliza como agente estabilizante y espesante en productos horneados y alimentos procesados.
- Almidón blanqueado: Contribuye a la estabilidad y textura en productos horneados y productos lácteos.
- Almidón oxidado: Se emplea como espesante en alimentos procesados y salsas.
- Almidón con ácido: Actúa como estabilizador y espesante en alimentos como salsas y productos horneados.
- Bicarbonato de sodio o de potasio: Contribuye a la estabilidad y control del pH en una variedad de alimentos.
- Carbonato de amonio: Se utiliza como estabilizador en productos horneados y galletas.

**j) Los reguladores de pH:** son sustancias utilizadas para ajustar y controlar el pH de los alimentos. Algunos ejemplos de reguladores de pH son:

- Acetato de calcio o de sodio: Contribuye a regular el pH en productos lácteos y alimentos procesados.
- Ácido acético: Se utiliza como regulador de pH en alimentos como aderezos y conservas.
- Ácidos (como ácido cítrico, ácido málico, ácido láctico): Actúan como reguladores de pH en una amplia gama de alimentos y bebidas.
- Bicarbonato de sodio o de potasio: Contribuye a regular el pH en productos horneados y alimentos procesados.

- Citrato de calcio: Se utiliza como regulador de pH en productos lácteos y bebidas.
- Álcalis (como hidróxido de sodio o hidróxido de potasio): Contribuyen a ajustar el pH en alimentos procesados y bebidas.

### 3.2 Legislación y reglamentación

La amplia utilización de aditivos alimentarios por parte de la industria requiere la implementación de mecanismos de control para asegurar su correcta utilización y verificar sus efectos. Para que una sustancia sea considerada como aditivo, debe ser químicamente bien caracterizada y superar los controles toxicológicos establecidos por los organismos sanitarios correspondientes.

Existen varios organismos responsables de regular los aditivos alimentarios. La Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) colaboran mediante comités que evalúan diferentes aspectos de los aditivos.

En la Unión Europea, se ha buscado la armonización de la legislación sobre aditivos a través del estudio realizado por el Comité Científico de la Alimentación Humana. El Consejo de Europa emite directivas que sirven de referencia para los países miembros en relación con los aditivos. La Directiva 89/107/CEE es un marco fundamental que se desarrolla mediante las Directivas 94/35/CEE (sobre edulcorantes), 94/36/CEE (sobre colorantes) y 95/2/CEE (sobre aditivos distintos de colorantes y edulcorantes).

Asimismo, en muchos países se encuentran agencias o autoridades encargadas de regular y controlar los aditivos alimentarios, como la *Food and Drug Administration* (FDA) en Estados Unidos o la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) en España. Estas entidades establecen listas de aditivos permitidos y restricciones de uso en los alimentos, además de llevar a cabo inspecciones y controles para garantizar su cumplimiento.

En el Perú, el Comité de la FAO, de la OMS y de los organismos de vigilancia sanitaria del uso correcto de los aditivos alimentarios, está constituido por el Ministerio de Salud- Digesa- con la aplicación y supervisión de la Ley General de Salud N° 26842, en el Reglamento sobre Vigilancia y Control de Alimentos y Bebidas.

## CAPÍTULO IV

### ENVASES Y ETIQUETAS

#### 4.1 Etiqueta

La etiqueta es una señal o marca que se coloca en un objeto para su identificación. Brindan información importante para quien decida adquirir el producto envasado e ingerirlo en la forma que ahí se indica. Se establecen como parte de las huellas de la calidad.

#### 4.2 Envase

"Envase" es el término utilizado para referirse a cualquier objeto fabricado con diversos materiales, independientemente de su naturaleza, que se utiliza para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta productos terminados. El envase cumple una función fundamental al brindar un medio físico para resguardar los productos y facilitar su transporte y manejo en diferentes etapas de la cadena de suministro. Además, también juega un papel importante en la presentación y comercialización de los productos ante los consumidores.

#### 4.3 Fundamentos de etiquetado

Las normativas del CODEX en relación al etiquetado de los alimentos envasados han servido para proteger al consumidor, porque las etiquetas tienen que ser inteligibles. Sólo si se hace una declaración veraz el consumidor podrá reconocer las diferencias entre productos nacionales e importados. Todos los países miembros han acogido en su legislación la directiva sobre etiquetado.

#### 4.4 Características del etiquetado

La Guía del FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) para el etiquetado de alimentos proporciona directrices sobre los elementos que deben incluirse en las etiquetas de los alimentos, de acuerdo con los requisitos específicos establecidos en los países de origen. La información requerida se coloca en el panel principal de la etiqueta, que es la parte frontal o principal del envase del producto, y también en el panel de información, que suele estar en la parte posterior o lateral del envase. Estos paneles contienen detalles importantes sobre los ingredientes, el valor nutricional, las advertencias, las instrucciones de

uso y cualquier otra información relevante que los consumidores necesiten conocer antes de adquirir o consumir el producto alimenticio.

### **Fecha de caducidad**

La fecha de caducidad o de consumo preferente indica la fecha hasta la cual el alimento mantiene sus características específicas, siempre que se almacene de forma correcta. Sirve para informar al consumidor, por lo que tiene que ir indicada claramente (sin abreviaturas) con las palabras “consumir preferentemente antes de...” Indicando día, mes y año, y también haciendo referencia si hay que almacenar el producto a una temperatura determinada o en otras condiciones.

Puede simplificarse la indicación de la fecha de las siguientes maneras:

Día/mes ... Si la duración es de hasta 3 meses

Mes/año... Si la duración es superior a 3 meses

Año ... Si la duración es superior a los 18 meses

Si sólo se indica el año, el texto es el siguiente “consumir preferentemente antes de fin de...”. En algunos productos, como fruta, verdura, papas, bebidas alcohólicas con un contenido de alcohol superior al 10% vol, helados en envases individuales, azúcar o chicles, no es obligatorio que se indique la fecha de consumo.

En los alimentos muy perecederos, que pueden suponer un peligro inminente para la salud pública después de un corto periodo de tiempo, hay que indicar la fecha de caducidad en vez de la fecha de consumo preferente. A esta fecha hay que anteponer la frase “fecha de caducidad...”, junto con la fecha o indicación. Además, hay que añadir una descripción sobre las condiciones de almacenamiento. Al contrario que los alimentos que llevan fecha de consumo preferente, estos alimentos no pueden venderse una vez sobrepasada la fecha de caducidad.

### **Indicación del fabricante**

Se debe de indicar nombre y dirección del fabricante o productor, envasador y/o distribuidor, con el fin de prestar garantía al consumidor.

Esta es la parte del envase que se exhibe al público y contiene la siguiente información:

- La identificación del producto, que debe tener un tamaño de letra destacado, no menor a la mitad del tamaño de letra más grande utilizado.
- El nombre del alimento, que debe ser claro y comprensible para el público, utilizando el nombre comúnmente conocido. El nombre debe incluir la forma en que se presenta el producto, y se recomienda utilizar una fuente de letra clara, preferiblemente en líneas paralelas a la parte inferior del envase. En caso de ser necesario, se debe especificar el porcentaje de concentración, jugo o dilución.
- La cantidad neta del producto, que indica el contenido neto del producto en el interior del envase. Esta información se coloca en la parte inferior del envase en líneas paralelas al borde inferior.

Existen otras indicaciones generales para la cara principal del envase:

- Se establece un tamaño mínimo de letra en proporción al área del panel, como por ejemplo 1,6 mm para paneles de 32 cm<sup>2</sup> o menos, o 12,7 mm para áreas mayores a 2580 cm<sup>2</sup>.
- El alto de la letra no debe ser más de tres veces su ancho.
- El color del texto debe contrastar con el fondo para asegurar una fácil legibilidad.
- Se recomienda no incluir comentarios en ninguno de los elementos de la etiqueta, ya que esto podría generar imprecisiones en la información proporcionada.

### **Panel de información**

El panel de información se refiere a la parte del envase que se encuentra a la derecha del panel principal. Puede ser una cara adicional del envase o un área

lateral no plegada. En este panel se incluyen datos sobre los contenidos, ingredientes y componentes nutricionales del producto.

### **Lista de ingredientes**

La lista de ingredientes es el componente de la etiqueta donde se presenta una enumeración de los ingredientes del producto, ordenados por importancia según su peso (el ingrediente con mayor peso se coloca primero y así sucesivamente en orden descendente). Por lo general, esta lista se encuentra en el panel de información junto con la información nutricional, aunque también puede aparecer en el panel principal del envase.

Algunas consideraciones adicionales son:

- El agua debe ser incluida en la lista de ingredientes si está presente.
- Se utiliza el nombre común del ingrediente en lugar del nombre científico, los preservantes químicos deben ser mencionados en la lista.
- Los saborizantes y colorantes utilizados deben estar autorizados según las regulaciones correspondientes.

### **Información nutricional**

En el panel de información del envase se debe proporcionar el tipo y contenido de nutrientes que se encuentran en una porción específica del producto envasado.

#### ***Lista de información***

La lista de información nutricional incluye los siguientes elementos:

Tamaño de referencia:

- Tamaño de la porción.
- Número de porciones por envase.

A continuación, se presenta la información nutricional por porción, que incluye:

- Total de calorías en kilocalorías.

- Total de grasas, desglosadas en grasas saturadas, poliinsaturadas, monoinsaturadas y ácidos grasos trans.
- Colesterol.
- Sodio.
- Hidratos de carbono.
- Fibra.
- Proteínas.
- Azúcares.
- Vitaminas y minerales.
- Ingredientes que pueden causar alergias.

Además, se puede incluir una sección adicional que muestra los valores para una dieta recomendada de 2,000 calorías diarias en términos de grasas, colesterol, sodio, hidratos de carbono y fibra. También es posible agregar información adicional dirigida a niños. Sin embargo, es importante destacar que esta descripción adicional es opcional y puede omitirse dependiendo del tamaño del envase.

#### 4.5 Legislación y reglamentación

Las normas del *Codex Alimentarius* son de carácter referencial y cada país puede decidir adoptarlas total o parcialmente según su situación sanitaria. Estas normas abarcan los principales alimentos, ya sean procesados, semielaborados o crudos, e incluyen las sustancias necesarias para su elaboración con el fin de cumplir los objetivos establecidos. Actualmente, el *Codex Alimentarius* es el marco regulatorio internacional reconocido por la Organización Mundial del Comercio (OMC) en casos de controversias comerciales. Muchos países están adaptando gradualmente sus normativas alimentarias nacionales a los estándares publicados por el *Codex Alimentarius* en diversas áreas, como estándares microbiológicos, componentes con posibles efectos tóxicos, aditivos, contaminantes y residuos.

En cuanto a los envases, etiquetas y materias primas utilizadas en alimentos y bebidas, deben cumplir con lo establecido en los Artículos 118 y 119 del reglamento de vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas (D.S 007-98-SA).

**CAPÍTULO V**  
**FUNDAMENTOS**  
**BIOTECNOLÓGICOS**

Los genes transportan la información hereditaria. Se encuentran en los núcleos de las células y allí el ADN (Ácido desoxirribonucleico) de los cromosomas. La biotecnología denominada también ingeniería genética o del ADN recombinante, es una parte de la genética. Se ocupa del desarrollo y aprovechamiento tecnológico de los métodos, para transmitir las informaciones hereditarias (genes) de las células de un organismo a las células de otro organismo.

### **Significado y aplicación**

La biotecnología es importante en el campo de la obtención de alimentos por vía agro industrial y tecnológica se trabaja en la aplicación de métodos de ingeniería genética. Los métodos empleados en la tecnología de alimentos se pueden dividir en tres categorías:

- a) El alimento como tal, destinado para el consumo humano, se modifica mediante ingeniería genética (ejemplos tomates, papas, pescados).
- b) Se modifican mediante ingeniería genética los microorganismos y éstos se emplean para la fabricación de alimentos, permaneciendo en el producto final (ejemplo yogur, cerveza, embutidos).
- c) Microorganismos modificados por ingeniería genética producen aditivos o enzimas a escala industrial (ejemplo aminoácidos, vitaminas, amilasas), que se añaden a los alimentos y permanecen en ellos.

### **5.1 Repercusiones sanitarias**

En relación a los posibles riesgos que para la salud entraña el consumo de alimentos modificados por tecnología genética, no existen hasta la fecha datos científicos concluyentes. Algunas investigaciones toxicológicas de diversos productos modificados genéticamente (fermentos, frutas, hortalizas) no indican ningún riesgo para la salud. De todos modos, es posible que los alimentos modificados mediante ingeniería genética entrañen riesgos relevantes para la salud. Los detractores de esta técnica siempre los vuelven a esgrimir sobre todo debido a la falta de resultados evidentes. Estos efectos podrían ser:

- a) Modificaciones involuntarias del contenido químico o de la estructura de los nutrientes.
- b) Formación de compuestos proteicos nuevos o modificados que suponen un mayor riesgo para las personas alérgicas.
- c) Distinto contenido de toxinas de los alimentos, al que no está acostumbrado el organismo.
- d) Aumento de la resistencia a los antibióticos.
- e) Influencia sobre la flora intestinal humana debido a microbios modificados genéticamente.

## 5.2 Legislación y reglamentación

Los datos referenciales sobre la reglamentación especifican aún no existen, sin embargo, la comunidad europea a través del Parlamento Federal aprueba la Ley sobre Tecnología Genética (OGM) fue promulgada en el año 2005 y establece una serie de disposiciones importantes. A continuación, se presentan los puntos más destacados de esta ley:

- Protección de la agricultura sin OGM: Se busca proteger tanto las explotaciones agrícolas ecológicas como las convencionales contra la introducción gradual de organismos genéticamente modificados (OGM).
- Responsabilidad: Los agricultores que utilicen tecnología genética serán responsables conjunta y solidariamente en caso de que se produzcan daños con OGM en áreas de producción libres de OGM. Esto se aplicará sin importar la fuente de culpabilidad.
- Registro: Se establecerá un registro federal en el que se recopilarán datos precisos sobre las áreas y parcelas con cultivos de OGM. Esto evitará que se cultiven OGM sin el conocimiento de los afectados, como agricultores, apicultores y técnicos forestales.
- Protección de zonas ecológicamente sensibles: Se modificará la Ley Federal de Protección de la Naturaleza para permitir a las autoridades competentes en protección de la naturaleza tomar medidas necesarias

para salvaguardar las zonas ecológicamente sensibles de la infiltración de OGM.

- Buenas prácticas agrícolas: La ley establece obligaciones concretas en cuanto a la gestión y manejo de los OGM. Los agricultores que cultiven OGM deben tomar las precauciones necesarias para evitar la infiltración de OGM en las explotaciones agrícolas convencionales, como mantener distancias mínimas y cumplir con condiciones especiales de almacenamiento y transporte.
- Obligación de informar sobre los productos: Los operadores que comercialicen OGM están obligados a proporcionar un folleto informativo que indique cómo se cumplen los requisitos relacionados con las buenas prácticas agrícolas.

Según una encuesta realizada por la Asociación Alemana de Agricultores (DBV) a 900 agricultores convencionales en Alemania, se consultó a aquellos que tenían explotaciones de más de 30 hectáreas en el oeste y más de 100 hectáreas en el este del país.

**CAPÍTULO VI**

**DIAGRAMAS DE FLUJO**

**TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA  
ALIMENTARIA**

## 6.1 Conceptos operativos

Durante la preparación de cualquier alimento, se llevan a cabo una serie de acciones, técnicas de conservación y transformaciones con el fin de lograr ciertos cambios en la materia prima. Estos cambios se conocen como procesos.

### **Sistema**

Es una parte particular del universo, esquema, descripción matemática u otra representación que se analiza y se hace un modelo. Por ejemplo, para analizar una línea de procesamiento de mermelada, el equipo y maquinaria de procesado puede ser el sistema, alternativamente, la fruta empleada puede ser el sistema.

Se puede considerar como el sistema, la línea de procesamiento en su totalidad o se puede considerar sólo uno de los componentes de esa línea. Los esquemas de un sistema se demarcan por una línea punteada.

### **Proceso**

Es la sucesión de estados a través de los cuales pasa un alimento durante su procesamiento. Por ejemplo, en la elaboración de mermeladas, la fruta es pelada, triturada, sometida a cocción, etc. Los procesos a los que los materiales entran y salen continuamente sin interrupción, se llaman procesos continuos. Existen otros tipos de procesos en los que se introduce el material a un equipo, se espera su transformación y luego se vacía. Estos son llamados procesos intermitentes o discontinuos.

Los procesos en la industria alimentaria son de 2 clases:

- a) Procesos químicos o procesos unitarios.
- b) Procesos físicos u operaciones unitarias.

### **Procesos unitarios**

Son conversiones o cambios químicos irreversibles que ocurren dentro de la industrialización de los alimentos. Por ejemplo, la elaboración de productos fermentados como bebidas alcohólicas, pan, yogur, etc.

## **Operaciones unitarias**

Son conversiones o cambios de tipo físico, que se suscitan en la industrialización de los alimentos. Por ejemplo, limpieza, mezclado, secado, evaporación, filtración, reducción de partícula, etc.

## **Mejoramiento por ensayo y error**

Los alimentos procesados han existido en una amplia variedad de formas mucho antes de que se formularan los principios de la tecnología moderna. Muchos de estos alimentos surgieron por medio del método de ensayo y error, que es un procedimiento muy reconocido y usado con frecuencia aún en la práctica de la ingeniería moderna de los alimentos. Este procedimiento consta de los siguientes pasos:

1. Tener una idea acerca de cómo realizar algo.
2. Ensayar esa idea.
3. Si el procedimiento trabaja bien, realizarlo exactamente en la misma forma en el futuro.
4. Si el procedimiento no funciona, se modifica la idea o algunas de sus variables, hasta que el producto resulte con las características y calidad que se desea.

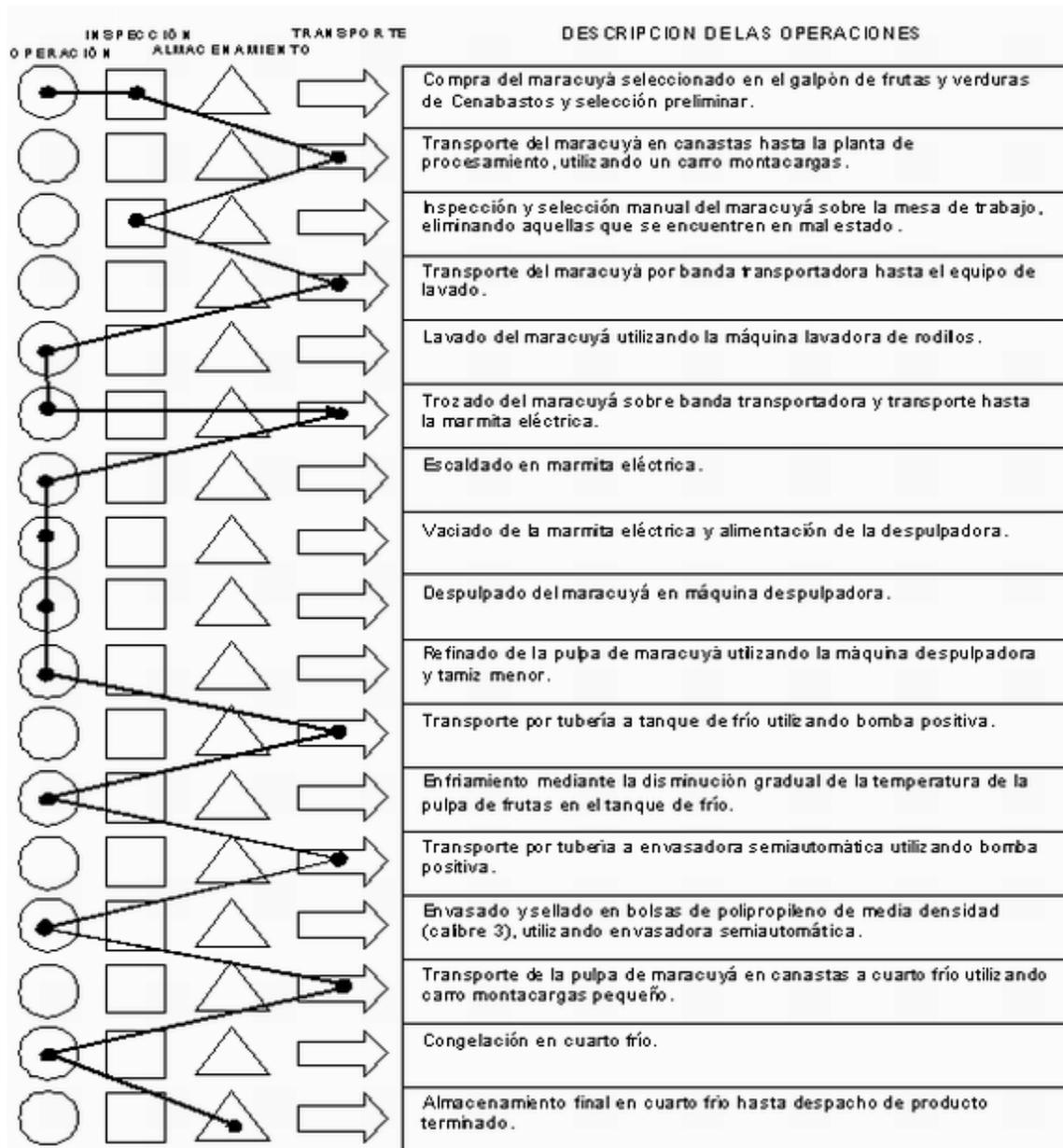
## **6.2 Diagramas de flujo**

Los diagramas de flujo son representaciones gráficas que muestran las secuencias y operaciones necesarias para fabricar un determinado producto. Estos diagramas incluyen los equipos principales del proceso, así como las corrientes de entrada y salida de dichos equipos. Los equipos pueden representarse mediante diagramas de bloques, que consisten en rectángulos donde se indica el nombre del equipo, o mediante dibujos que representan la forma física del equipo. Aunque los símbolos y representaciones de los equipos pueden variar, suelen ser similares entre diferentes textos o empresas de diseño.

En los diagramas de flujo se utiliza una simbología especial para representar las operaciones unitarias más importantes.

Figura 4

Estructuración de los diagramas de flujo



### 6.3 Operaciones unitarias

Las operaciones unitarias son partes indivisibles de un proceso de transformación, ya sea físico, químico o biológico, que convierten una materia prima en un producto con características diferentes. Estas operaciones tienen como objetivo modificar las condiciones de la materia prima de manera más útil para nuestros propósitos.

La transformación puede llevarse a cabo de diversas formas. Se puede modificar la masa o composición del material mediante mezcla, separación o reacciones químicas. También se puede alterar la calidad de la energía del material mediante enfriamiento, vaporización o aumento de presión. Además, se pueden modificar las condiciones cinéticas del material, como su velocidad o dirección en el espacio. Estos son los únicos tipos de cambios posibles que un material puede experimentar.

#### 6.4 Clasificación

Las operaciones unitarias se clasifican en cinco grupos principales según su naturaleza física y química:

- Flujo de fluidos: Involucra el movimiento y manejo de líquidos y gases en sistemas de tuberías, donde se consideran aspectos como la presión, el caudal y la viscosidad.
- Transmisión de calor: Se refiere a la transferencia de energía térmica entre diferentes medios, como la conducción, la convección y la radiación. Esto se utiliza, por ejemplo, en intercambiadores de calor para calentar o enfriar fluidos.
- Mezclado: Implica la combinación de diferentes componentes para obtener una mezcla homogénea. Se consideran aspectos como el tamaño, la forma y la densidad de las partículas a mezclar.
- Separación: Se utilizan diferentes técnicas para separar componentes de una mezcla, como destilación, extracción, absorción, adsorción, evaporación, liofilización, cristalización, humidificación, secado, filtración y centrifugación.
- Manejo de sólidos: Involucra operaciones relacionadas con materiales sólidos, como la compresión, la molienda, el tamizado y la fluidización.

Es importante destacar que algunas operaciones unitarias pueden superponerse o estar interrelacionadas. Por ejemplo, el funcionamiento de un evaporador continuo implica el conocimiento tanto del flujo de fluidos como de la

transferencia de calor. Del mismo modo, la cristalización puede ocurrir durante el proceso de evaporación, como en la obtención del hidrosulfito.

### 6.5 Uso en la industria alimentaria

En la producción de alimentos, se requiere separar los componentes de una mezcla en fracciones y describir las características de los sólidos divididos. En ingeniería, existen dos grupos principales de separación.

Uno de estos grupos es el de las separaciones mecánicas, que abarcan la filtración, sedimentación y tamizado (análisis granulométrico). Estas separaciones se aplican a mezclas heterogéneas y se fundamentan en las diferencias físicas de las partículas, como su tamaño, forma y densidad. En la industria alimentaria, son comunes las operaciones que requieren la trituración o molienda de sólidos.

#### *Secado*

En general, el término "secado" se utiliza para describir el proceso de eliminar la humedad de una sustancia. Por ejemplo, un sólido que contiene humedad puede someterse a secado mediante evaporación, ya sea utilizando una corriente de gas o sin el uso de gas para transportar el vapor. Sin embargo, normalmente no se considera secado la eliminación mecánica de la humedad a través del exprimido o centrifugado.

#### *Evaporación*

En la industria alimentaria, la evaporación se utiliza principalmente para concentrar alimentos al eliminar el agua. También se emplea para recuperar componentes volátiles deseables en los alimentos y eliminar los indeseables. Sin embargo, este proceso requiere el uso de una cantidad significativa de calor durante un período prolongado, lo cual puede ser adecuado para ciertos dulces, pero podría causar daños debido al calor en productos como la leche o el jugo de naranja si se intenta concentrarlos de esta manera.

### ***Filtración***

La filtración es una operación unitaria que se utiliza para separar el componente sólido insoluble de una mezcla sólido-líquido. Consiste en pasar el componente líquido a través de una membrana porosa que retiene los sólidos, ya sea en su superficie (filtración de torta) o en su interior (clarificación). La mezcla de sólidos en líquidos se conoce como papilla de alimentación o suspensión, el líquido que atraviesa la membrana se denomina filtrado y los sólidos separados se llaman torta de filtración. En resumen, la filtración permite la separación de los sólidos insolubles de una suspensión mediante el paso del líquido a través de una membrana porosa.

### ***Mezclado***

El mezclado es una operación unitaria crucial en diversas etapas del tratamiento de aguas residuales. Su objetivo es lograr que cada porción de una mezcla de materiales tenga la misma composición que cualquier otra porción de la muestra total. El mezclado se aplica principalmente cuando es necesario combinar una sustancia con otra, y se emplea en la mayoría de las operaciones de mezclado. En resumen, el mezclado busca homogeneizar la composición de una mezcla de materiales, especialmente cuando se requiere la combinación de diferentes sustancias.

### ***Reducción de partícula***

La reducción de tamaño es una operación unitaria que consiste en disminuir el tamaño medio de los alimentos sólidos mediante la aplicación de fuerzas como impacto, compresión, cizalla (abrasión) y cortado. La compresión se utiliza para reducir sólidos duros a tamaños más grandes, mientras que el impacto genera partículas de tamaños gruesos, medianos y finos. La frotación o cizalla produce partículas finas y el cortado se utiliza para obtener tamaños específicos predefinidos. En resumen, la reducción de tamaño se emplea para fragmentar los alimentos sólidos en fragmentos más pequeños mediante diferentes fuerzas aplicadas.

**CAPÍTULO VII**  
**PROCESO TECNOLÓGICO DE LA**  
**LECHE Y PRODUCTOS DERIVADOS**

## 7.1 Leche

La leche es el líquido obtenido de forma higiénica a partir de la secreción de la glándula mamaria de mamíferos sanos, y su propósito principal es servir como alimento para las crías. Para que la leche sea considerada apta para consumo, debe cumplir con ciertas características físicas, químicas y microbiológicas establecidas.

Estas características incluyen aspectos como la densidad, el índice crioscópico y de refracción, la acidez titulable, el contenido de sólidos grasos y no grasos, así como la cantidad de leucocitos, gérmenes y patógenos presentes. Además, es importante que la leche esté libre de contaminantes, calostros y la presencia de sustancias como antisépticos, antibióticos y alcalinos, que podrían afectar su calidad y seguridad.

Las normas de fraudes en los alimentos establecen tres aspectos importantes relacionados con la leche:

- **Producto íntegro:** Se considera leche íntegra aquella que abarca desde el inicio de la secreción láctea hasta su finalización, incluyendo la mayor parte de la misma. Esto se refiere a la secreción que se produce como resultado de la estimulación de la oxitocina en los conductos galactóforos.
- **Sin alteraciones ni adulteraciones y sin calostros:** Para ser considerada leche, debe ser un producto sin alteraciones o adulteraciones y estar libre de calostros. Aunque los niveles de grasa, proteína y carga microbiológica pueden variar, se considerará leche aquella secreción mamaria que se produce después de las primeras 48 horas de emisión de calostros.
- **Ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido:** La leche debe ser obtenida mediante un proceso de ordeño que cumpla con estándares de higiene, regularidad, completitud e ininterrupción. Esto implica ordeñar vacas sanas y bien alimentadas de manera adecuada y continua.

La leche es un producto de gran valor y ha sido parte fundamental de la alimentación humana durante milenios. Sin embargo, es una sustancia compleja

y su procesamiento requiere de conocimientos científicos y tecnológicos. La tecnología láctea se refiere al conjunto de conocimientos y prácticas relacionadas con el tratamiento de la leche y su transformación en productos lácteos.

A lo largo de la historia, se han desarrollado diversos procedimientos tecnológicos que han dado lugar a productos lácteos populares, como la leche pasteurizada, la leche ácida, la mantequilla, el queso y las leches conservadas. Estos productos son los pilares de la industria láctea en la actualidad.

## 7.2 Productos lácteos derivados

Los derivados lácteos son una amplia variedad de productos que se obtienen mediante la aplicación de diversos procesos tecnológicos a la leche. Cada uno de estos productos tiene normas oficiales que definen y especifican sus características y los métodos de control para garantizar su calidad. A continuación, se describen algunos de los principales grupos de derivados lácteos:

- **Crema:** La crema es un producto lácteo obtenido por separación de la grasa de la leche. Se diferencia de la leche en su contenido de grasa, y puede clasificarse en distintos tipos según su contenido de grasa (crema ligera, crema espesa, etc.).
- **Mantequilla:** La mantequilla se produce mediante la separación de la grasa de la leche y su posterior agitación para obtener una emulsión. Es un producto sólido o semisólido que contiene un alto porcentaje de grasa láctea y se utiliza como ingrediente culinario y para untar.
- **Quesos y quesos fundidos:** Los quesos son productos obtenidos mediante la coagulación de la leche y la separación del suero. Existen numerosas variedades de quesos, cada una con características distintivas en cuanto a textura, sabor y aroma. Los quesos fundidos son productos lácteos procesados que se obtienen mediante la fusión y emulsificación de quesos u otros productos lácteos.
- **Sueros lácteos:** Los sueros lácteos son subproductos líquidos que se obtienen durante la fabricación de quesos y otros productos lácteos. Son

ricos en nutrientes y se utilizan en la industria alimentaria para diversos fines, como la producción de bebidas lácteas, suplementos proteicos y alimentos para animales.

- **Requesón:** El requesón es un producto lácteo fresco que se obtiene por coagulación ácida o enzimática de la leche. Tiene una textura suave y granulada y se utiliza en preparaciones culinarias y como ingrediente en algunos postres y platos tradicionales.
- **Yogur:** El yogur es un producto lácteo obtenido mediante la fermentación bacteriana de la leche. La fermentación convierte la lactosa en ácido láctico, lo que le confiere su característico sabor y textura. Es un alimento nutritivo y se consume tanto solo como en combinación con frutas, cereales o miel.

Cada uno de estos derivados lácteos implica procesos tecnológicos específicos que incluyen etapas como la pasteurización, coagulación, fermentación, separación, entre otros, para obtener productos de calidad y seguridad alimentaria. Las normas y regulaciones establecen los estándares de producción y control de cada tipo de derivado lácteo para garantizar su calidad y cumplimiento de los requisitos sanitarios.

### **Derivados lácteos obtenidos por separación de la materia grasa**

La **crema de leche** es un producto que contiene un alto porcentaje de grasa y se obtiene separándola de la leche. Esta separación puede ocurrir de forma natural al dejar reposar la leche o mediante métodos artificiales como la centrifugación o cambios de temperatura.

Las características físico-químicas principales de la crema de leche destinada al consumo directo son:

- Un contenido mínimo de grasa del 18% en peso, correspondiendo a las propiedades de la grasa presente en la leche de origen.
- Ausencia de aspecto grumoso, filamentoso o coposo.
- Un nivel máximo de acidez, expresado en ácido láctico, de 0,65g/100 ml.

La **mantequilla**, por otro lado, es un producto graso obtenido a partir de la leche o crema de leche que ha sido sometida a un proceso mecánico de higienización. En el método tradicional, la crema se deja reposar para que se acidifique y luego se bate hasta convertirla en mantequilla. En la actualidad, después de pasteurizar la crema, se enfría y se bate. También es posible agregar cultivos lácticos puros que contribuyen a la acidificación y aroma característicos. El proceso de acidificación, que puede ocurrir de forma espontánea al dejar reposar la crema durante algunas horas, facilita la transformación de la crema en mantequilla durante el batido y le confiere su aroma distintivo.

### **Derivados lácteos obtenidos por coagulación de las proteínas**

El queso, en sus numerosas variedades, es el producto más emblemático de este grupo, aunque también es posible obtener otros derivados lácteos mediante diversas transformaciones más o menos complejas de la leche.

### **Derivados lácteos obtenidos por fermentación o acidificación**

La acidificación se refiere a un conjunto de productos semisólidos en los que la lactosa de la leche se transforma en ácido láctico u otros compuestos mediante la acción de microorganismos específicos. El ácido láctico afecta a los componentes proteicos, modificando su estado coloidal y coagulándolos parcialmente, lo que proporciona la consistencia característica del producto final. Los microorganismos no solo fermentan los carbohidratos, sino que también afectan a otros nutrientes, lo que influye en las propiedades nutricionales, consistencia, sabor y aroma del producto.

Dentro de las **leches fermentadas ácidas**, el yogurt es el más conocido. El yogurt final debe contener al menos 10<sup>6</sup> bacterias vivas por gramo y al menos un 0,7% de ácido láctico. Para su elaboración, la leche pasteurizada se enriquece con leche en polvo. El yogurt presenta una gran versatilidad tecnológica, ya que puede ser parcialmente coagulado y batido para obtener yogurt líquido, o coagulado directamente en su envase, entre otros métodos de producción.

## **Composición bromatológica**

La realización de un efectivo control de calidad en los productos lácteos, implica la identificación de sus características organolépticas, físico químicas, principios nutritivos y características microbiológicas.

## **Composiciones organolépticas**

La leche es un líquido compuesto, opaco y de color blanco marfil, con una viscosidad dos veces mayor que la del agua. Su color puede volverse ligeramente azulado cuando se le agrega agua o se elimina la grasa. Es precisamente esta última componente, la porción lipídica, la responsable de dar un aspecto amarillento en la superficie cuando la leche se deja reposar, debido a los pigmentos carotenoides presentes en los pastos con los que se alimenta a los animales. El sabor de la leche es delicado, suave y ligeramente dulce, mientras que su olor no es muy intenso, pero sí característico. La grasa que contiene tiende a absorber olores fuertes o extraños del ambiente.

## **Características físico-químicas**

La leche tiene una estructura física compleja con tres estados de agregación de la materia:

- Emulsión, en la que se encuentran principalmente las grasas.
- Disolución coloidal de parte de las proteínas.
- Disolución verdadera del resto de las proteínas, la lactosa y parte de los minerales.

Por lo tanto, podemos describir la leche como una suspensión coloidal de partículas en un medio acuoso dispersante. Las partículas se dividen en dos tipos: unas tienen forma globular con un diámetro de 1,5 micras y están compuestas por lípidos, mientras que las otras son más pequeñas, con un diámetro de 0,1 micras, y corresponden a micelas proteicas que llevan adheridas sales minerales. Al dejarla en reposo o al someterla a una centrifugación suave, se puede separar una fracción grasa, la crema, que puede tener un color más o menos amarillento. Si se hierve después del reposo, se favorece la aglutinación de la grasa,

formándose una película semisólida en la superficie, conocida como nata. En el caso de que las proteínas se coagulen, se obtendrá una masa friable de color blanquecino, llamada cuajada, y un líquido residual más o menos turbio que corresponde a la fracción hidrosoluble con lactosa disuelta, denominado suero.

Las principales características físico-químicas de la leche son:

- Densidad a 15°C 1,027-1,040.
- pH 6,5-6,7.
- Calor específico 0,93.
- Punto de congelación -0,55°C.

**Tabla 4**

*Requisitos físico-químicos de la leche según la NTP*

Acidez titulable (ml NaOH 0,1 N/100 ml leche)	16 - 17
Densidad Relativa a 15°C g/ml a 20°C g/ml	1,0280 - 1,0330
Punto Crioscópico °H	-0,545 -0,535
Grasa (%) (p/v)	No menos de 3,2
Proteínas (-%) (p/v)	Mín 3
Cloruros (%) (p/v)	0,07 - 0,11
Cenizas (%) (p/v) No se realiza	No se realiza
Sólidos Totales(%) (p/v) 12 mín.	12 mín
Sólidos No Grasos (%) (p/v)	8,8 mín
Mastitis	Negativa
Agentes Neutralizantes	21-29 ml de HCl; 0,1 N para llevar; 25 ml de muestra; a pH 2,7
Sustancias Conservadoras	Negativa
Reacción de Estabilidad Protéica	Negativa

En una planta procesadora, es fundamental cumplir con las especificaciones establecidas en la Norma Técnica Peruana (NTP). Esta norma establece los requisitos que la leche cruda debe cumplir para su clasificación y recepción en la planta. Es importante asegurarse de que el producto recibido cumpla con los valores especificados en la NTP, ya que cualquier desviación de estos valores podría afectar la calidad y seguridad de los productos lácteos elaborados en la planta. Por lo tanto, es necesario realizar una rigurosa evaluación y control de la leche cruda antes de su procesamiento para garantizar que cumple con los estándares establecidos.

### Componentes de la leche

Es importante resaltar que la leche contiene todos los nutrientes esenciales, incluyendo proteínas, lípidos, glúcidos, sales minerales, agua y vitaminas. También contiene enzimas importantes.

- **Proteínas:** La leche contiene proteínas de alta calidad nutritiva, principalmente caseínas y proteínas del suero. Las caseínas se agrupan en complejos hidratados llamados micelas, que se pueden separar en fracciones.
- **Lípidos:** Los lípidos representan aproximadamente el 4% de la leche y su composición es muy variada. La leche bovina, por ejemplo, contiene más de 400 ácidos grasos diferentes. Los triglicéridos son los lípidos predominantes en la leche y representan hasta el 97% o 98% de la composición.
- **Glúcidos:** La lactosa es el principal glúcido de la leche y le confiere su sabor dulce característico. La relación entre las sales de la leche y la lactosa es inversa, lo que significa que, a mayor contenido de lactosa, menor contenido de sales, como el sodio y el potasio.
- **Minerales:** Los minerales son una pequeña parte de los componentes de la leche, pero son fundamentales desde el punto de vista tecnológico y nutritivo. Se encuentran en forma de sales solubles o como fase coloidal

insoluble, y su determinación es importante para detectar fraudes o alteraciones en la leche.

- **Agua:** El contenido de agua en la leche es del 87%. Debido a su naturaleza líquida, la leche contiene una cantidad significativa de agua. Esto hace que la leche no sea un alimento muy energético, especialmente si se elimina la grasa. Sorprendentemente, a pesar de considerarse tradicionalmente baja en azúcares y alta en lípidos y proteínas, el porcentaje de glúcidos en la leche es mayor que el de los otros componentes.
- **Vitaminas:** La leche contiene todas las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y la mayoría de las vitaminas hidrosolubles (tiamina, niacina, ácido pantoténico, biotina, piridoxina, ácido fólico y cobalamina). La cantidad de vitaminas puede variar según la época del año y la alimentación del animal. Destacan la riboflavina, la vitamina A, B1 y B12, mientras que las cantidades de vitamina C y D son relativamente bajas.
- **Enzimas:** La leche contiene varias enzimas, como fosfatasa alcalina, lisozima, lactoperoxidasa, catalasa y lipasa. Algunas de estas enzimas tienen propiedades inhibitorias del crecimiento bacteriano. Aunque su cantidad es baja, las enzimas pueden influir en la composición y propiedades de la leche. Son sensibles a cambios de pH y temperatura, y su inactivación puede ser indicativa de la calidad y manejo del producto.

### Características microbiológicas

La calidad higiénica de la leche ha sido un problema constante a lo largo del tiempo, y se han establecido parámetros de clasificación y pagos de incentivos para mejorar continuamente esta condición del producto, que está directamente relacionada con su vida útil y su inocuidad.

La norma clasifica la leche cruda en diferentes categorías:

- Categoría A: hasta 500,000 unidades formadoras de colonias por mililitro (ufc/ml).
- Categoría B: de 500,001 a 1,500,000 ufc/ml.
- Categoría C: de 1,500,001 a 5,000,000 ufc/ml.

— Sin clasificación: más de 5,000,000 ufc/ml.

Para la pasteurización, solo se aceptan las categorías A y B. Este criterio se utiliza en la recepción de la leche y en el pago de incentivos, lo que ha contribuido a mejorar el manejo higiénico de la producción lechera. Cumplir con la norma de clasificación es una necesidad para asegurar la calidad del producto.

### 7.3 Proceso tecnológico del queso

El queso es un producto alimenticio sólido o semisólido obtenido al separar los componentes sólidos de la leche, conocidos como cuajada, de los líquidos, llamados suero. La consistencia del queso varía según la cantidad de suero extraído, siendo más compacto cuanto mayor sea esta extracción. Desde tiempos prehistóricos, se ha elaborado queso a partir de la leche de diversos mamíferos, incluyendo camellos y alces. Sin embargo, en la actualidad, la mayoría de los quesos se producen a partir de leche de vaca, aunque la producción de quesos de cabra y oveja ha experimentado un aumento en los últimos años.

El queso es un elemento importante en la dieta de casi todas las sociedades, ya que es nutritivo, natural y se puede producir fácilmente en diferentes entornos, desde desiertos hasta regiones polares. Además, el queso permite el consumo de leche en momentos en que no es posible obtenerla. Además de su valor nutricional y facilidad de producción, el queso se destaca por su sabor, aroma y textura distintivos. Existe una amplia variedad de quesos, cada uno con sus propias características organolépticas, lo que los hace ideales para diversas aplicaciones culinarias.

#### **Categorías**

En la actualidad, hay más de 2,000 variedades de queso, incluyendo algunas variaciones de los tipos originales, como el suizo-americano, el cheddar canadiense o el *brie de Somerset*. Estos quesos pueden clasificarse en dos categorías principales: quesos procesados y quesos naturales.

Los quesos procesados se elaboran a partir de uno o más tipos de quesos naturales, a los que se les añaden emulsionantes, agua, nata y aromas de jamón,

frutas, nueces o especias. Estos quesos tienen una mayor duración de conservación en comparación con los quesos naturales y su valor nutricional es similar. Sin embargo, se pierde la singularidad y carácter distintivo del queso original.

Por otro lado, los quesos naturales se dividen en varias categorías básicas según su textura, grado de humedad y tipo de corteza:

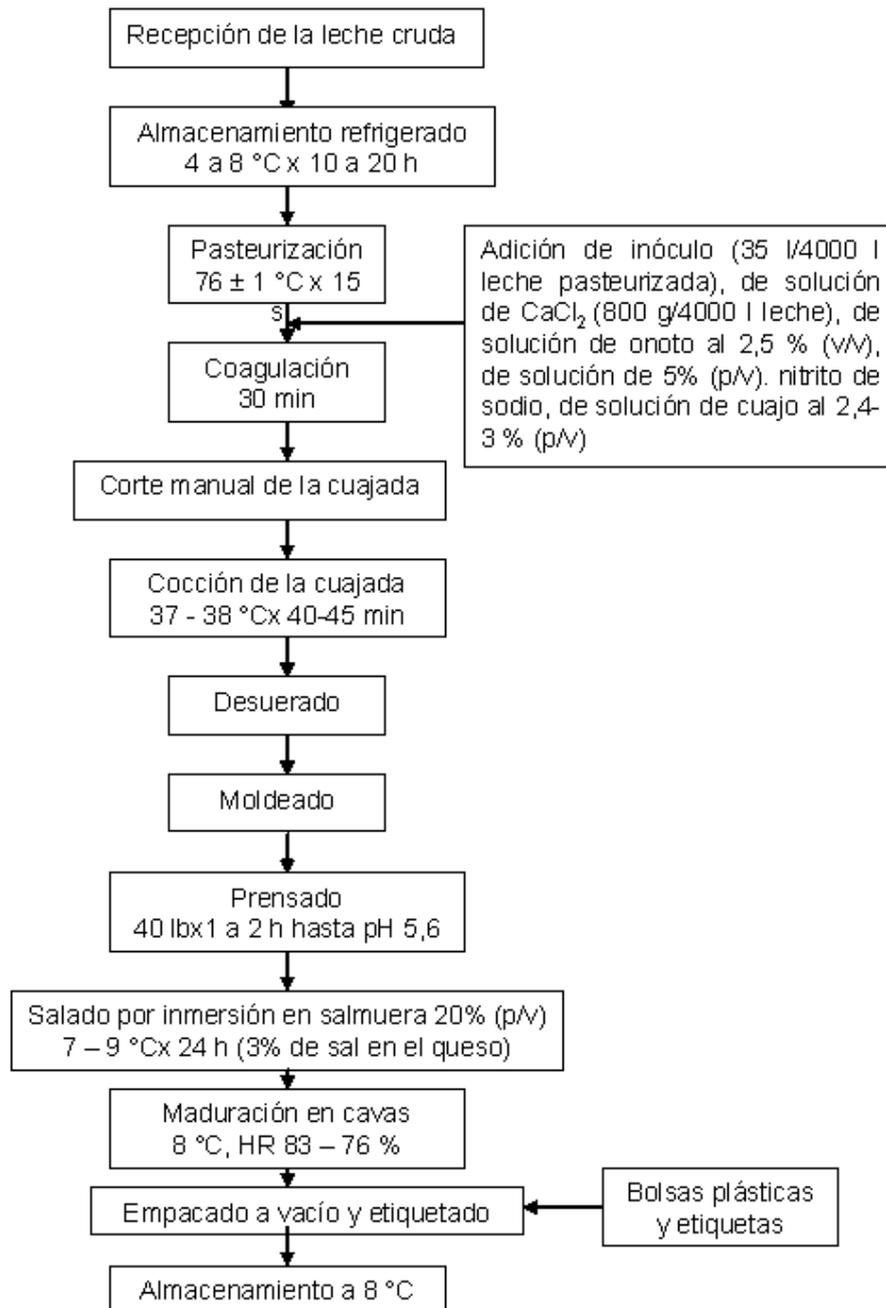
- **Quesos frescos jóvenes:** Estos quesos carecen de corteza y son suaves, húmedos y a veces tienen una textura similar a la de una mousse. Se consumen generalmente entre 1 y 15 días después de su elaboración y antes de que se forme la corteza. Se suelen envolver en cenizas o cubrir con hierbas, nueces u otros ingredientes para realzar su sabor. Algunos ejemplos son el queso Cottage, Queso Philadelphia Cream, Queso Curd, Ricotta (Italia), Fromage Frais (Francia), Mozzarella (Italia), Feta (Grecia), Paneer (India), Burgos (España), Mendicrim (Argentina), cuajadas, requesones y quesos frescos y blancos.
- **Con corteza natural:** Estos quesos están envueltos en una corteza con moho grisáceo azulado. Son ideales para fundir y se caracterizan por ser frescos, pero haber madurado en un ambiente seco, lo que les da un aspecto arrugado. Algunos ejemplos son Sancerre, Crottin y Valençay (Francia).
- **De corteza blanda y blanca:** Estos quesos tienen una corteza blanquecina cubierta de una especie de pelusa. La cuajada se escurre ligeramente para retener más suero y adquiere una textura suave, cremosa y casi fluida al madurar. Son conocidos por su alto contenido de humedad y se asocian comúnmente con el Brie y el Camembert. Estos quesos tienen un aroma y sabor que evocan a la mantequilla fundida con champiñones frescos. Algunos ejemplos son Camembert, Brie, Chèvre Log, Chaource (Francia), Bonchester, Somerset Brie (Reino Unido), Aorangi (Nueva Zelanda) y King Island Brie (Australia).

- **Quesos semicurados o semiblandos:** Estos quesos tienen cortezas que varían desde pegajosas y de color naranja o tostado, hasta gruesas y de color gris. Son lavados con agua salada, sidra, vino y otros líquidos, y se maduran en cuevas húmedas, lo que les confiere una textura rica y cremosa, así como un aroma picante a granja. Desarrollan una corteza pegajosa y anaranjada. Algunos ejemplos son Epoisse, Munster (Francia), Milleens (Irlanda), Brick (Nueva Zelanda), St David (Gales), Taleme (Estados Unidos), Stinking Bishop (Gran Bretaña), Mungabareena (Australia).
- **Otros quesos semiblandos:** Estos quesos son ligeramente prensados para extraerles más humedad antes de ser lavados, lo que genera una corteza de color rosa anaranjado. Al madurar en oscuridad, desarrollan un moho grisáceo que se limpia o cepilla de forma continua hasta obtener una corteza similar al cuero que protege el queso mientras madura. Tienen una textura flexible y elástica, y un aroma suave y agridulce. Algunos ejemplos son Edam (Holanda), Tallegio (Italia), Raclette, Port Salut (Francia), Port Nicholson (Nueva Zelanda), Monterrey Jack (Estados Unidos), Oaxaca (México), Guayanés (Venezuela), Mar del Plata (Argentina), Kasseri (Grecia), Gubbeens, Milleens (Irlanda) y Havarti (Dinamarca).
- **De textura firme o dura:** Estos quesos se caracterizan por tener una corteza firme y una textura dura y correosa. La cuajada se corta finamente y se prensa durante horas o incluso días para extraer el suero y la humedad. Muchos de estos quesos se envuelven en tela tradicionalmente, aunque actualmente se maduran en plástico. Algunos ejemplos son Cheddar (Reino Unido, Nueva Zelanda, Canadá, Australia), Cheshire, Lancashire (Reino Unido), Manchego, Idiazábal (España), Parmesano (Italia), Emmental (Suiza), Desmond (Irlanda) y Dry Jack (Estados Unidos).
- **Queso azul:** Estos quesos se caracterizan por tener una corteza blanca con pelusa o dura, y venas azules en su interior. Pueden tener una textura rica, cremosa y semisólida con un sabor suave, o ser duros y densos con un

sabor intenso, herbáceo y picante. Se elaboran añadiendo el moho *Penicillium roqueforti* a la leche o inyectándolo en el queso sin madurar. Algunos ejemplos son Roquefort, St Agur, Bresse Blue (Francia), Blue Stilton (Reino Unido), Cashel Blue (Irlanda), Gorgonzola, Dolcelatte (Italia), Cabrales (España), Danish Blue (Dinamarca), Gippsland Blue (Australia) y Kikorangi (Nueva Zelanda).

- **Quesos aromatizados:** Estos quesos tienen diferentes tipos de cortezas y se elaboran añadiendo sabores como frutas, nueces, hierbas aromáticas, especias, vinos, pescados, otros quesos o incluso jamón a quesos semicurados. Los aromatizantes se añaden cuando la cuajada está fresca para una maduración conjunta, o se añaden cuando el queso está semicurado antes de tritararlo y prensarlo nuevamente para luego dejarlo madurar. Algunos ejemplos son Cheddar con dátiles y nueces, Stilton con albaricoque, Wensleydale con jengibre, Red Leicester con ajo y queso cremoso batido (Reino Unido), Gouda con comino (Holanda) y Raclette con pimienta en grano (Francia).

Estas categorías proporcionan una base para clasificar los quesos según su textura, grado de humedad, tipo de corteza y características básicas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que existen muchas variedades de queso dentro de cada categoría, con diferentes sabores, aromas y características distintivas.

**Figura 5***Flujo de procesamiento del queso*

El proceso de obtención del queso Morolique, representativo de los quesos producidos en Nicaragua, puede dividirse en varias etapas principales. A continuación, se describe de manera general el proceso de elaboración de este queso:

- **Obtención de la leche:** El proceso comienza con la obtención de la leche, que puede provenir de diferentes fuentes, como vacas, cabras u ovejas.
- **Filtrado y enfriamiento:** La leche se filtra para eliminar impurezas y se enfría para conservar su frescura y prevenir el crecimiento de bacterias no deseadas.
- **Adición de cultivos lácticos:** Se agregan cultivos lácticos, que son bacterias beneficiosas, a la leche para iniciar el proceso de fermentación.
- **Coagulación:** Se añade cuajo, una enzima que promueve la coagulación de la leche, formando una masa gelatinosa conocida como cuajada.
- **Corte de la cuajada:** La cuajada se corta en pequeños trozos para separar el suero, que es el líquido restante.
- **Calentamiento y agitación:** La cuajada se calienta lentamente y se agita para favorecer la expulsión del suero.
- **Moldeado:** Una vez que se ha eliminado la mayor parte del suero, la cuajada se coloca en moldes para darle forma.
- **Prensado:** Los quesos se someten a un proceso de prensado para eliminar el suero residual y compactar la cuajada.
- **Salado.**

a) **La recepción de la leche;** en la planta comienza con el transporte de la leche cruda en camiones, ya sea en cisternas de acero inoxidable o en bidones plásticos. Una vez que la leche llega a la planta procesadora, se lleva a cabo el lavado de los tanques, generalmente en áreas externas a la planta.

b) **Higienización / Medición / Enfriamiento:** La leche cruda se somete a un proceso de higienización para garantizar su limpieza y calidad. Luego, se lleva a cabo la medición de la leche, ya sea por volumen o peso utilizando equipos específicos. Posteriormente, la leche se enfría utilizando un sistema de enfriamiento de placas hasta alcanzar una temperatura de 4°C. Es importante mencionar que este procedimiento puede variar en diferentes queserías.

**c) Almacenamiento de leche en planta:** Después de ser enfriada, la leche cruda se almacena en tanques silos especiales destinados para el almacenamiento de leche antes de ser utilizada en el proceso de elaboración de queso.

**d) Estandarización:** La leche cruda se dirige hacia una descremadora donde se ajusta el contenido de materia grasa a un nivel específico, generalmente alrededor del 2.5%. Durante este proceso, se separa el exceso de grasa en forma de crema.

**e) Pasteurización / Enfriamiento / Traslado de leche:** La leche estandarizada es bombeada hacia un sistema de pasteurización HTST (High-Temperature Short-Time), donde se somete a un ciclo de pasteurización a una temperatura de 76°C durante 15 segundos en la sección de calentamiento del intercambiador de calor. Luego, se enfría en la sección de enfriamiento del HTST hasta alcanzar una temperatura de 33-34°C. Una vez completado el proceso de pasteurización y enfriamiento, la leche es trasladada a la tina donde se realizará la elaboración del queso.

**f) Inoculación:** La leche calentada a una temperatura de 33-34°C se mezcla con aditivos como cuajo líquido y cultivos lácticos mesófilos. Esta mezcla se agita durante aproximadamente 10-15 minutos para asegurar una distribución homogénea de los aditivos en la leche.

**g) Coagulación:** La mezcla inoculada se coagula por completo durante un período de 30-40 minutos, manteniendo una temperatura constante de 33-34°C.

**h) Corte manual de la cuajada:** Después de la coagulación, la cuajada formada se corta manualmente utilizando liras de acero inoxidable equipadas con cuerdas tensadas. Este proceso de corte tiene una duración aproximada de 10-15 minutos.

**i) Desuerado:** La cuajada se somete a una agitación rápida durante 30 minutos, seguida de una agitación lenta durante 10 minutos. Luego, se realiza el desuerado total de la cuajada a una temperatura de 33-34°C durante 45 minutos, permitiendo el drenaje completo del suero contenido en ella.

**j) Molienda / Salado:** El queso concentrado a una temperatura de 33-34°C se puede procesar de dos maneras. Una alternativa es triturarlo en una máquina picadora y agregar sal en una proporción específica. La otra alternativa implica desuerar parcialmente el queso y reintegrar el 20% del suero con una concentración de sal del 7% peso/volumen. En ambos procesos, se agita el queso durante 15 minutos para lograr una distribución homogénea de la sal. Posteriormente, se realiza un desuerado completo antes de triturar el queso en una máquina picadora. En ambos casos, se alcanza una concentración de sal en el producto final del 4.5%.

**k) Moldeo / Prensado:** El queso salado, a una temperatura de 33-34°C, se coloca en moldes de acero inoxidable y se prensa a 100 PSI utilizando una prensa hidráulica durante 48 horas. Este proceso ayuda a dar forma al queso y a eliminar cualquier exceso de suero.

**l) Maduración:** La maduración es la última fase del proceso de fabricación del queso. En esta etapa, el queso adquiere su capacidad, volumen y forma definitivas. Para algunos quesos frescos, la fabricación se detiene en esta fase. Sin embargo, para otros tipos de queso, se lleva a cabo un proceso de maduración más prolongado y complejo, que contribuye al desarrollo de su sabor y características específicas.

Los quesos duros se someten a un proceso de maduración en condiciones que evitan el crecimiento de microorganismos en la superficie y reducen la actividad de los microorganismos y enzimas en el interior. La maduración de estos quesos debe ser lenta y uniforme en toda la masa, sin afectar su tamaño.

En contraste, los quesos blandos se mantienen en condiciones que promueven el crecimiento de microorganismos en su superficie, como mohos (por ejemplo, *Penicillium amemberti* en el queso Camembert) y bacterias (como *Brevibacterium linens* en el queso Limburger). Los enzimas producidos por estos microorganismos se difunden hacia el interior del queso, permitiendo que la maduración avance en esa dirección. La forma plana y el tamaño relativamente pequeño de estos quesos facilitan este proceso.

Existen también quesos que se encuentran en un punto intermedio, como los quesos azules. En estos quesos, los microorganismos y sus enzimas son responsables de cambios en el interior durante las primeras etapas de la maduración. Posteriormente, se permite la entrada de aire al interior del queso, ya sea de forma natural o mediante inoculación, introduciendo mohos como *Penicillium roqueforti*. Estos mohos son los responsables del sabor y aspecto característicos de estos quesos azules.

#### 7.4 Proceso tecnológico del yogurt

El yogurt es un alimento lácteo que se obtiene por medio de la fermentación de la leche tibia con bacterias de las especies *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Durante este proceso, las bacterias transforman la lactosa presente en la leche en ácido láctico, lo que causa que la proteína de la leche coagule y le dé al yogurt su textura característica. Además, el yogurt es conocido por tener un sabor suave y cremoso, con un toque ligeramente agrio y notas de nuez.

##### Los cultivos lácticos

Son microorganismos bacterias que se desarrollan y multiplican en la leche a temperaturas adecuadas acidificaciones con la consiguiente coagulación de la leche que a su vez producen el aroma y sabor característicos.

##### Clases de yogurt

###### a) Por la consistencia

- **Yogurt batido:** Es aquel yogurt que después de incubado, es batido ligeramente para romper el coagulo y obtener un yogurt más espeso o viscoso generalmente necesitara adicionar entre 1 y 3 % de leche en polvo descremada.
- **Yogurt aflanado:** Este yogurt se caracteriza porque se incuba en el mismo envase. Es decir, se inocula y se envasa sin realizar agitación o movimiento bruscos que afectan textura del coagulo.
- **Yogurt bebible:** Es similar al yogurt batido, pero con menos contenido de sólidos totales y después de la incubación necesita una mayor agitación e

incluso se puede usar bombas centrifugas y agitadores de mayor velocidad.

**b) Por el contenido de grasa**

- Yogurt entero.
- Yogurt parcialmente descremado.
- Yogurt light.

**c) Por el sabor**

- **Yogurt natural:** sin azúcar ni saborizantes.
- **Yogurt frutado:** con azúcar y adición de pulpa de fruta.
- **Yogurt aromatizante:** con adición de saborizantes y colorantes.

**d) Yogurt prebiótico**

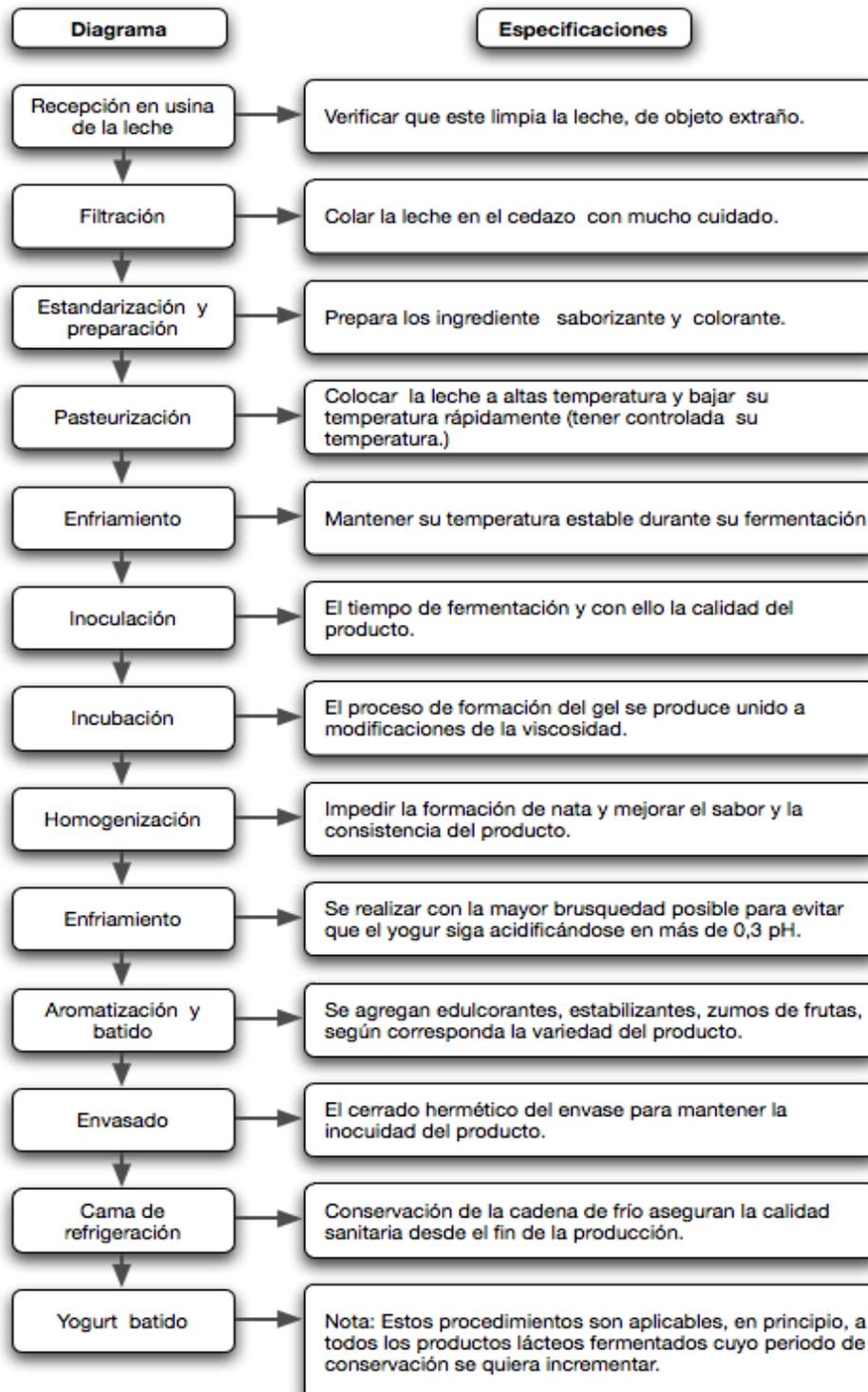
Es un producto que brinda muchos beneficios a la salud. El proceso difiere al yogurt clásico la inoculación de bacterias prebióticas, entre las más conocidas están el *lactobacillus acidophilus* y las especies del género bifidobacterias. Los principales beneficios a la salud de su consumo regular son los siguientes:

- Mejora el funcionamiento del sistema digestivo.
- Mejora la digestión de los productos lácteos, puede ser consumido por personas con intolerancia a la lactosa.
- Reconstituye de la flora intestinal después de tratamiento con antibiótico.
- Inhibe la proliferación de bacterias patógenas en el tracto intestinal.
- Inhibe la actividad de enzimas fecales y degradación toxinas propias de la alimentación y se relaciona con la disminución del cáncer al colon.

**Figura 6**

*Ejemplo de envase de yogurt prebiótico*



**Figura 7***Flujo del procesamiento de yogurt*

El proceso de elaboración del yogurt se puede describir de la siguiente manera:

**a) Recepción de la leche cruda:** En este punto, se realiza una verificación inmediata de la calidad acordada de la leche cruda que se utilizará en el proceso.

**b) Filtración:** Se lleva a cabo la filtración de la leche para eliminar partículas gruesas y garantizar la calidad del producto final.

**c) Estandarización y preparación de la mezcla:** Se ajusta el contenido de grasas y sólidos no grasos de la leche. Además, se agrega azúcar según el tipo de yogurt que se va a elaborar, y se regula el contenido de extracto seco mediante la adición de leche en polvo, concentración mediante técnicas de filtración o eliminación de agua por evaporación.

**d) Pasteurización:** Es un proceso crucial en el cual el yogurt se somete a un tratamiento térmico autorizado para lograr la coagulación ácida y la desnaturalización de las proteínas del suero, especialmente la betalactoglobulina. La temperatura óptima para obtener la mejor consistencia en las leches fermentadas se sitúa entre 85 y 95 °C, siendo común calentar a 90 °C y mantener esa temperatura durante 15 minutos. En los procesos continuos, se suele mantener la temperatura a 95/96 °C durante solo 5 minutos para optimizar la eficiencia del proceso.

Este proceso de pasteurización se utiliza tanto en la preparación del cultivo como en la fabricación del yogurt, tanto en procedimientos discontinuos como continuos.

**e) Primer enfriamiento:** En esta etapa se enfría la mezcla de yogurt a una temperatura óptima para la inoculación, lo cual garantiza la supervivencia de las bacterias del inóculo. Generalmente, se enfría la mezcla a unos grados por encima de la temperatura recomendada (42-45°C) para la inoculación.

**f) Inoculación:** En este punto se agrega el inóculo de bacterias al yogurt, y la cantidad agregada determina el tiempo de fermentación y la calidad del producto. Se busca alcanzar las condiciones óptimas para la adición del inóculo,

que suelen ser alrededor del 2-3% de cultivo, a una temperatura entre 42 y 45 °C, y un tiempo de incubación de 2 a 3 horas.

**g) Incubación:** Durante la incubación, las bacterias fermentativas del inóculo provocan la coagulación de la caseína en la leche, lo que resulta en la formación de un gel característico. Se busca obtener una viscosidad elevada para evitar la exudación de suero y lograr la consistencia típica del yogurt. La fermentación se lleva a cabo en reposo total, y la mayoría de los procedimientos de elaboración son discontinuos en esta etapa. Dependiendo del tipo de yogurt a elaborar y las instalaciones disponibles, la incubación puede realizarse en los envases (yogurt consistente) o en tanques de fermentación (yogurt batido y yogurt para beber).

**h) Homogeneización:** En ocasiones, se somete la leche higienizada a un proceso de homogeneización para evitar la formación de nata y mejorar el sabor y la consistencia del yogurt. La homogeneización reduce el tamaño de los glóbulos grasos, pero aumenta el volumen de las partículas de caseína. Esto puede resultar en un coágulo más blando durante la coagulación, por lo que se emplean técnicas de homogeneización que no alteran la estructura de la caseína.

**i) Segundo enfriamiento:** Después de la fermentación, se realiza un enfriamiento rápido para evitar una mayor acidificación del yogurt en más de 0,3 pH. La temperatura debe alcanzar alrededor de 15°C en un tiempo máximo de 1,5-2,0 horas. Este enfriamiento rápido es fácil de lograr en el caso del yogurt batido y el yogurt para beber, donde se emplea la refrigeración. En el caso del yogurt consistente, el enfriamiento se realiza después del envasado.

**j) Homogeneización para generar el batido:** Esta etapa se aplica únicamente al yogurt batido. Mediante agitación, se rompe el coágulo formado durante la etapa previa y se agregan edulcorantes, estabilizantes y zumos de frutas, según corresponda a la variedad del producto.

**k) Envasado:** Se realiza el envasado del yogurt, y es importante asegurar un cierre hermético para mantener la inocuidad del producto. Se deben garantizar condiciones estériles tanto en el envase como en la atmósfera durante el proceso

de envasado. En el caso del yogurt consistente, se envasa antes de la fermentación o después de una pre-fermentación, y en el yogurt batido, se envasa después de la elaboración.

**1) Conservación en cámara refrigerada:** Esta etapa es crítica, ya que la refrigeración adecuada y la cadena de frío garantizan la calidad sanitaria del yogurt desde su producción hasta que llega a manos del consumidor. El yogurt elaborado en condiciones normales se conserva, a temperaturas de almacenamiento de  $\leq 8^{\circ}\text{C}$ , aproximadamente durante una semana.

**CAPÍTULO VIII**  
**PROCESO TECNOLÓGICO DE CARNES**  
**Y PRODUCTOS DERIVADOS**

## 8.1 Carnes

Bajo la denominación amplia de "carne", se entiende la porción comestible de los músculos de animales como bovinos, ovinos, porcinos y caprinos, que han sido declarados aptos para el consumo humano por la inspección veterinaria oficial, tanto antes como después del proceso de faena. Esta carne debe cumplir con ciertas condiciones, tales como ser limpia, saludable y estar debidamente preparada. Además de los músculos, la carne también incluye todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto, como la cobertura grasa, tendones, vasos sanguíneos y nervios. También se considera carne al diafragma y a los músculos de la lengua.

Es importante destacar que esta definición amplia de carne también abarca a los animales marinos, como los peces, crustáceos, moluscos y otras especies comestibles. Por otro lado, se utiliza el término "menudencias" para referirse a las vísceras de estos animales, como el corazón, el timo (molleja), el hígado, el bazo (pajarilla), el mondongo (rumen, librillo, redecilla), el intestino delgado (chinchulines), el recto (tripa gorda), los riñones, los pulmones (bofes), el encéfalo (sesos), la médula espinal, las criadillas (testículos), el páncreas, las ubres y las extremidades anteriores y posteriores (patitas de porcinos y ovinos).

## 8.2 Características de la carne

Las características generales de la carne se pueden describir de la siguiente manera:

### *Características exteriores*

- Olor característico: La carne debe tener el aroma propio de la especie animal a la que pertenece.
- Color: El color de la carne varía según la especie, raza, edad y alimentación del animal. Puede ir desde un blanco rosáceo hasta un rojo intenso. El color también puede estar influenciado por el método de sacrificio y el tratamiento posterior que se le haya dado a la carne.
- Tipos de carne: Tradicionalmente, se distinguen tres tipos de carne:

- Carnes blancas: Corresponden a animales jóvenes, como la ternera y el cabrito.
- Carnes rojas: Son las de animales adultos, como la vaca y el buey.
- Carnes negras: Obtenidas de piezas de caza.

### *Proceso de obtención*

- Matanza del animal: El animal es sacrificado mediante inervación, conmoción o electrocución.
- Desangrado: Se realiza la extracción de la sangre del animal.
- Desuello: Se retira la piel del animal.
- Eviscerado: Se extraen las vísceras del animal.
- Corte de la cabeza y las patas: Se procede a cortar la cabeza y las partes anteriores de las patas.
- Canal: Lo que queda del animal después del proceso anterior es la canal, es decir, el cuerpo del animal sin las vísceras torácicas, abdominales y pelvianas (excepto los riñones), con o sin piel, patas y cabeza.

### *Despojos*

Los despojos son las partes no musculares del animal utilizadas en alimentación y que no están incluidas en la canal.

Se pueden distinguir dos grupos de despojos:

- Despojos rojos: Incluyen el hígado, lengua, corazón, pulmones, bazo, entre otros.
- Despojos blancos: Engloban el seso, páncreas, callos, intestinos, tocino, huesos y extremidades.

### *Digestibilidad*

- En términos de digestibilidad, la parte fácilmente digerible de la carne está compuesta por el músculo y la grasa.
- Por otro lado, los huesos de cartílago y los tendones son partes de la carne consideradas poco digestibles.

### 8.3 Productos cárnicos derivados

Los derivados cárnicos son alimentos elaborados en su totalidad o en parte utilizando carne o despojos animales, los cuales son sometidos a distintos procesos que alteran sus características originales. Estos procesos pueden incluir cocción, ahumado, curado, fermentación y otros métodos que tienen como objetivo mejorar la durabilidad, el sabor, la textura y la seguridad de los productos cárnicos. En resumen, los derivados cárnicos son productos alimenticios transformados que se elaboran a partir de carne o despojos animales.

Actualmente, la industria alimentaría permite obtener una enorme variedad de productos mediante el empleo de carne de distintas especies, la combinación de tratamientos tecnológicos, la adición de otros nutrientes o las mezclas de nutrientes o aditivos, las diversas presentaciones finales del producto.

**a) Productos desecados:** Desecar es una de las más antiguas técnicas de conservación de los productos cárnicos, Consiste en eliminar agua por exposición al aire y al sol, en las técnicas tradicionales, exponer al aire seco y caliente (entre 40°C y 50°C). En las técnicas industriales, para facilitar el proceso, la carne se debe cortar en tiras no excesivamente gruesas.

Uno de los factores primordiales que interviene en la conservación de la calidad del producto desecado es la temperatura. Así, las temperaturas altas desnaturalizan las proteínas musculares ocasionando importantes cambios de textura; asimismo se funden las grasas que normalmente no son retenidas en el producto desecado. Otra reacción que sufre el tejido muscular deshidratado es el pardeamiento enzimático.

Durante el almacenamiento también pueden aparecer modificaciones; la fundamental, como factor limitante de su vida útil, es la oxidación lipídica. La magnitud de estos cambios depende de las condiciones de almacenado, de temperatura, de humedad, de concentración, y de oxígeno. Así como la técnica de procesado y la calidad de la materia prima.

Con frecuencia, una técnica de desecación se combina con algún otro proceso como la salazón desecada y curada al frío.

Entre estas técnicas es posible destacar la liofilización, cuya proyección más importante se da a nivel industrial, para preparar pequeños trozos de carne que se utilizan en la preparación de sopas, rellenos, etc.

**b) Productos curados:** Son elaborados mediante la técnica de curado, que involucra la adición de cloruro sódico (sal común) y nitrato sódico a la carne. Opcionalmente, se pueden añadir azúcares y otros ingredientes para mejorar el sabor.

La presencia de sales nítricas garantiza el mantenimiento del color del producto al combinarse con la mioglobina, y también evita el crecimiento de bacterias patógenas, especialmente las anaerobias, como el *clostridium*. En general, la sal facilita la liberación osmótica de agua y luego estabiliza las condiciones osmóticas, deteniendo dicha liberación. Cuando se utilizan otros compuestos, la sacarosa promueve el crecimiento de bacterias que reducen el nitrato, mientras que los polifosfatos de sodio evitan la pérdida excesiva de agua, aunque su exceso puede afectar la calidad sensorial de los productos.

El alimento curado prototípico es el jamón. Para prepararlo se enfrían en cuartos de res a 3°C o 4°C y se trabaja a esta temperatura durante toda la fase de salazón. Una vez cortada y preparada la pieza, se mezcla de sal y nitratos; actualmente, el tratamiento se suele completar con una inyección de estas sales en la articulación. Más tarde se introduce en salmuera saturada y se cambia cada diez o quince días para que toda su superficie quede expuesta a sales. Según el tamaño de la pieza, la fase dura de cuarenta a sesenta días. Durante este tiempo la sal penetra hasta el tejido adiposo y las fibras. Luego, se elimina toda la sal superficial y las piezas se almacenan en locales frescos y secos para que maduren. En algunos tipos de jamones y tocinetas se proceden a su ahumado, con el que se busca aromatizar el producto más que conservarlo.

**c) Productos cocidos:** La técnica de cocción consiste en cocer la carne o mezclas de carne, generalmente dentro de su envase, a través de un proceso de moldeo y cocción. Este proceso no solo brinda el acabado final al producto, sino que también actúa como una técnica de higienización, lo que permite una conservación prolongada del mismo.

Como representante de la técnica se puede mencionar al jamón cocido. En el sistema tradicional los jamones se disponen en cubas con salmuera y sacarosa durante treinta y cuarenta días y con 3°C a 5°C, en este tiempo penetran las sales y hay una ligera fermentación, así como una favorable actividad enzimática, especialmente lipólisis.

Luego los jamones se lavan y calientan a 30°C durante 24 horas en atmósfera húmeda; en algunos casos, se ahúman, finalizado esto, se deshuesan, se les da forma y se les colocan, junto a gelatina en polvo, en moldes en sus envases definitivos y se cuecen a 80°C en agua o estufa. Este proceso técnico equivale a una pasteurización, lo cual, junto con la presencia de nitritos, permite una larga conservación si la temperatura no sobrepasa los 12°C.

**d) Embutidos:** Los embutidos son productos derivados de la carne que se caracterizan por la preparación de una masa a base de carne, despojos y grasa en diferentes proporciones, junto con sales. A esta masa se le añaden especias, condimentos, frutos secos, almidones, hortalizas, verduras, u otros ingredientes dependiendo del producto. Una vez que la masa está lista, se introduce en tripa natural o artificial y se procede al acabado del producto, que puede incluir la cocción, ahumado, curado (como el jamón), o una combinación de estas técnicas.

En el caso de los embutidos curados, generalmente se requiere un tiempo de reposo una vez que la masa está embutida en la tripa. El curado se realiza mediante la maduración en secaderos, donde se debe mantener un control riguroso de la temperatura y humedad. Estos parámetros son esenciales para el desarrollo adecuado de la microflora, así como los procesos enzimáticos y fermentativos, que influyen en la calidad del producto. Los embutidos curados suelen tener un contenido promedio de agua del 30% y un pH ligeramente ácido

(entre 5 y 5,3), siendo el salchichón un ejemplo prototípico de este tipo de productos.

En contraste, las salchichas se elaboran utilizando carne de cerdo o vaca, dependiendo del tipo, que se somete a una salazón ligera, se tritura en diferentes grados de finura y se mezcla con tocino y otros ingredientes. La masa resultante se embute en tripa natural o artificial, que tiene la función de retener el agua y la grasa durante los tratamientos posteriores. Según el tipo de salchicha, se procede a la cocción, ahumado o secado. Por ejemplo, las salchichas tipo *hot dog* se cuecen en agua y luego se ahúman.

### Otros derivados cárnicos

**1. Gelatina:** Las gelatinas resultan de disolver colágeno por calor. Para fabricarlas se utilizan huesos, piel y tendones.

Tienen un amplio uso en tecnología alimentaria, pues intervienen en la confección de geles en postres, de espesantes en salsas y sopas. Además, fijan agua, evitan la exudación e impiden la cristalización de azúcares. El producto acabado se presenta en estado sólido, en bloques, o en forma de polvo.

**2. Extractos y jugo de carne:** El extracto suele tener carne muy triturada, carne de baja calidad y despojos por los que se hacen pasar una corriente de agua a 90°C: el líquido resultante se sala y concentra por evaporación. El producto final es un residuo al que se puede añadir condimento y que se envasa para su esterilización. Se utiliza para enriquecer caldos y salsas. El jugo resulta al exprimir carne cruda troceada; la de mayor rendimiento es la de res. El producto obtenido se sala y se añade glicerina para facilitar su conservación; si resulta muy líquido, se concentra al vacío. El jugo tiene los mismos usos que el extracto de carne.

**3. Carne soluble:** La carne soluble se obtiene por hidrólisis ácida con clorhídrico y pepsina de mezclas de carnes; al producto se le añaden sal y conservantes. No tiene otro uso que el industrial.

**4. Caldo de carne:** El caldo de carne se elabora con carnes de distinta calidad y más o menos grasas, según sea el producto final que se busque. Se suele añadir

sal, potenciadores de sabor y condimentos; el caldo admite muchos tratamientos tecnológicos como la concentración o la liofilización.

#### 8.4 Composición química

La composición química de la carne varía según la especie animal y la edad del animal. En términos generales, la carne de animales más jóvenes contiene un mayor porcentaje de agua y un menor porcentaje de grasa, mientras que a medida que el animal envejece, se observa una relación inversa entre el contenido de agua y grasa. En cuanto a su composición, la carne contiene los siguientes elementos de manera promedio:

- **Agua:** la cantidad varía principalmente con la edad y suele oscilar entre el 65% y el 80%.
- **Proteínas:** en promedio, la carne contiene entre un 20% y un 30% de proteínas, que son diversas y de buena calidad, ya que contienen aminoácidos esenciales. Entre estas proteínas se encuentran la miosina, la actina, diferentes globinas, la elastina, el colágeno, la mioglobina, la tropomiosina y las troponinas.
- **Bases púricas y pirimidínicas:** se originan por la descomposición de los ácidos nucleicos celulares.
- **Grasas:** su contenido varía significativamente según la especie animal, oscilando entre un 5% y un 30%, e incluyen colesterol y vitaminas liposolubles.
- **Glúcidos:** por lo general, su presencia es escasa, aunque varía según la especie animal. Los equinos presentan la concentración más alta, mientras que el resto de las especies contiene glucógeno en una proporción que oscila entre el 0,1% y el 0,5%.
- **Sales:** las sales presentes en la carne son variables y destacan los fosfatos de potasio, calcio y magnesio, las sales de hierro y algo de cloruro sódico.
- **Vitaminas:** la niacina y la vitamina B son las vitaminas más abundantes en la carne, mientras que la presencia de las vitaminas C y E es escasa. También se encuentran trazas de las vitaminas A y D.

## 8.5 Procesamiento tecnológico de embutidos

A partir de la carne se pueden obtener diversos tipos de productos con una amplia gama de presentaciones. El objetivo principal de la elaboración de estos productos cárnicos es mejorar su conservación, desarrollar diferentes formas y sabores, así como aprovechar partes del animal que pueden ser difíciles de comercializar en estado fresco. Para lograr esto, se utilizan métodos de preparación como especias, salazón, curado, desecación y ahumado.

Los productos cárnicos se clasifican en diferentes categorías según el método de elaboración, entre las cuales se encuentran:

- **Embutidos:** incluyen productos cárnicos en los que se prepara una masa a base de carne, especias y otros ingredientes, que luego se introduce en tripa natural o artificial.
- **Embutidos escaldados:** son productos cárnicos que se someten a un proceso de cocción después de ser embutidos.
- **Embutidos cocidos:** se trata de productos cárnicos que se cocinan completamente después de ser embutidos.
- **Tocinos:** se refiere a productos cárnicos obtenidos a partir de la grasa del cerdo, generalmente en forma de lonchas o trozos.
- **Jamones:** son productos cárnicos derivados de la pierna del cerdo que se someten a procesos de curado y maduración.

### Características de la carne para la elaboración de embutidos

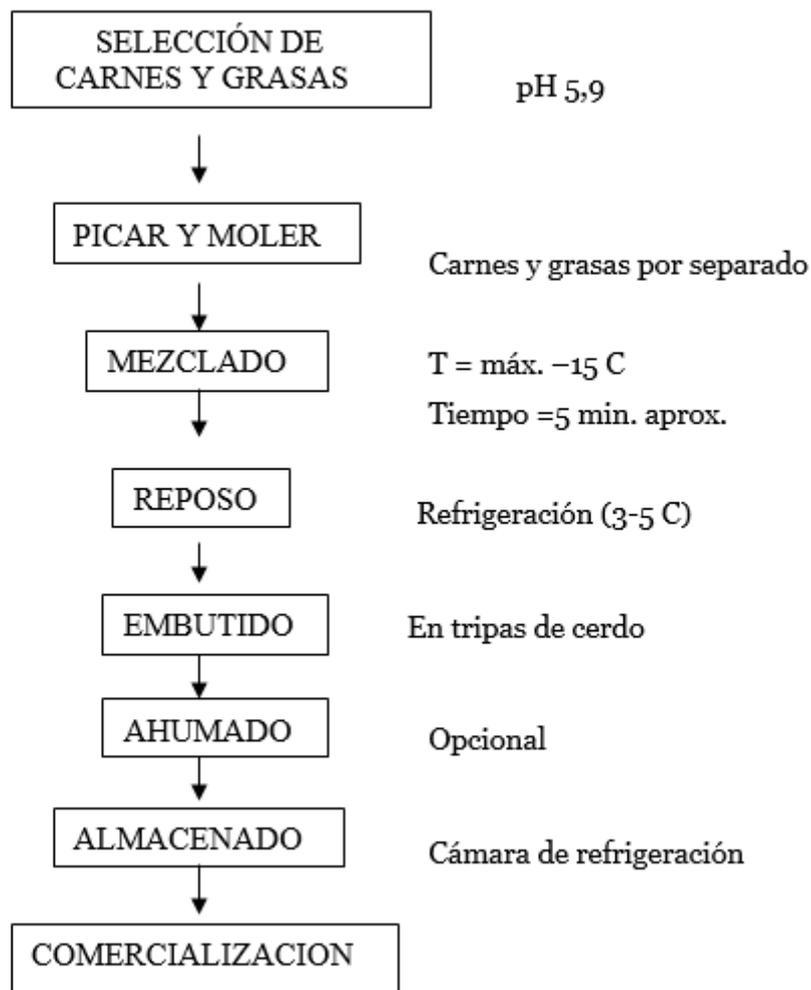
- **Color:** El color de la carne es asociado por los consumidores con su frescura e integridad. La mioglobina es responsable del color de la carne fresca, mientras que la hemoglobina es prácticamente inexistente después del sacrificio. La carne de res recién cortada es de color rojo purpúreo y, al entrar en contacto con el aire, se vuelve rojo brillante debido a la formación de oxihemoglobina. El color de la carne puede indicar la edad del animal, siendo más rosado en animales jóvenes y más rojo intenso en animales maduros.

- **Grado de maduración:** El grado de maduración de la carne es crucial, ya que determina su uso en diferentes tipos de embutidos. Por ejemplo, para embutidos escaldados se requiere carne de cerdo joven (como salchicha, mortadela y salami cocido), mientras que para embutidos cocidos se utiliza carne de cerdo maduro (como morcilla, paté y queso de cerdo). En embutidos crudos se pueden emplear ambos tipos de carne.
- **Capacidad de retención:** El estado de las miofibrillas en la carne afecta su suavidad y capacidad de retención de agua. La carne caliente (recién sacrificada) tiene una mayor capacidad de retención de agua. Si no es posible procesar la carne caliente inmediatamente, se puede conservar su alta capacidad de retención de agua mediante el picado y mezclado adecuado con sal u otros ingredientes curantes.

### *Ingredientes curantes*

- **Sal común:** Se utiliza para prolongar la conservación de la carne, realzar el sabor, fijar el color y favorecer la emulsificación. Se agrega a una concentración aproximada del 3%.
- **Fosfatos:** Incrementan la retención de agua en la carne, reducen la pérdida de proteínas, emulsionan las grasas, disminuyen el encogimiento y aumentan el volumen del producto final. Se emplea aproximadamente un 0.4% de su concentración.
- **Nitritos y nitratos:** Son indispensables en la salmuera y aportan el color rojo característico de los embutidos. Se utilizan en una proporción del 1% en peso.
- **Aglutinantes:** Son sustancias que se utilizan para fijar el agua en la carne, como sémola, cebada, harina de soja, caseína, clara de huevo y gelatina.
- **Ablandadores:** Elaborados a partir de enzimas extraídas de frutas, se utilizan para ablandar los músculos de la carne, reducir el tiempo de maduración y mejorar el sabor. Algunos ejemplos son la papaína (de la semilla de la papaya), la fisina (látex del higo), la bromoleína (de la piña) y la pepsina (estómago de terneros).

- **Emulsificantes:** Permiten retener tanto el agua como la grasa en el embutido. Algunos ejemplos son la lecitina, los monoglicéridos, los diglicéridos y las proteínas de semillas oleaginosas.
- **Colorantes:** Se utilizan para conferir colores aceptables a los embutidos.

**Figura 8***Flujo del procesamiento del chorizo*

**Embutidos cocidos:** Estos productos se caracterizan por estar elaborados principalmente con carne de cerdo, con mínimas cantidades de carne de vacuno, vísceras, sangre y piel de cerdo. Estos ingredientes pueden someterse a escaldado previo y luego se curan antes de la cocción. Estos embutidos tienen una textura blanda y, debido a los componentes utilizados, tienen una vida útil limitada. La

cocción se realiza sumergiendo los productos en agua, llevándola al punto de ebullición y luego reduciendo la temperatura de 90 a 80 °C, manteniéndolos cocinándose durante un tiempo determinado.

**Embutidos escaldados:** Estos productos se elaboran a partir de diferentes tipos de carne (como bovino, porcino, equino, pescado, entre otros), grasa de cerdo, especias, condimentos, hielo y aglutinantes. Todos los ingredientes se mezclan uniformemente y se rellenan en tripas naturales, preferiblemente en forma de salchichas, o en envoltorios artificiales. Luego, estos embutidos se ahúman en caliente y se someten al calor. Son muy solicitados debido a su textura suave, forma y tamaño, pero tienen una durabilidad limitada de 4 a 10 días. La temperatura de cocción suele ser de 70 a 75 °C, y el tiempo de cocción depende del volumen del producto.

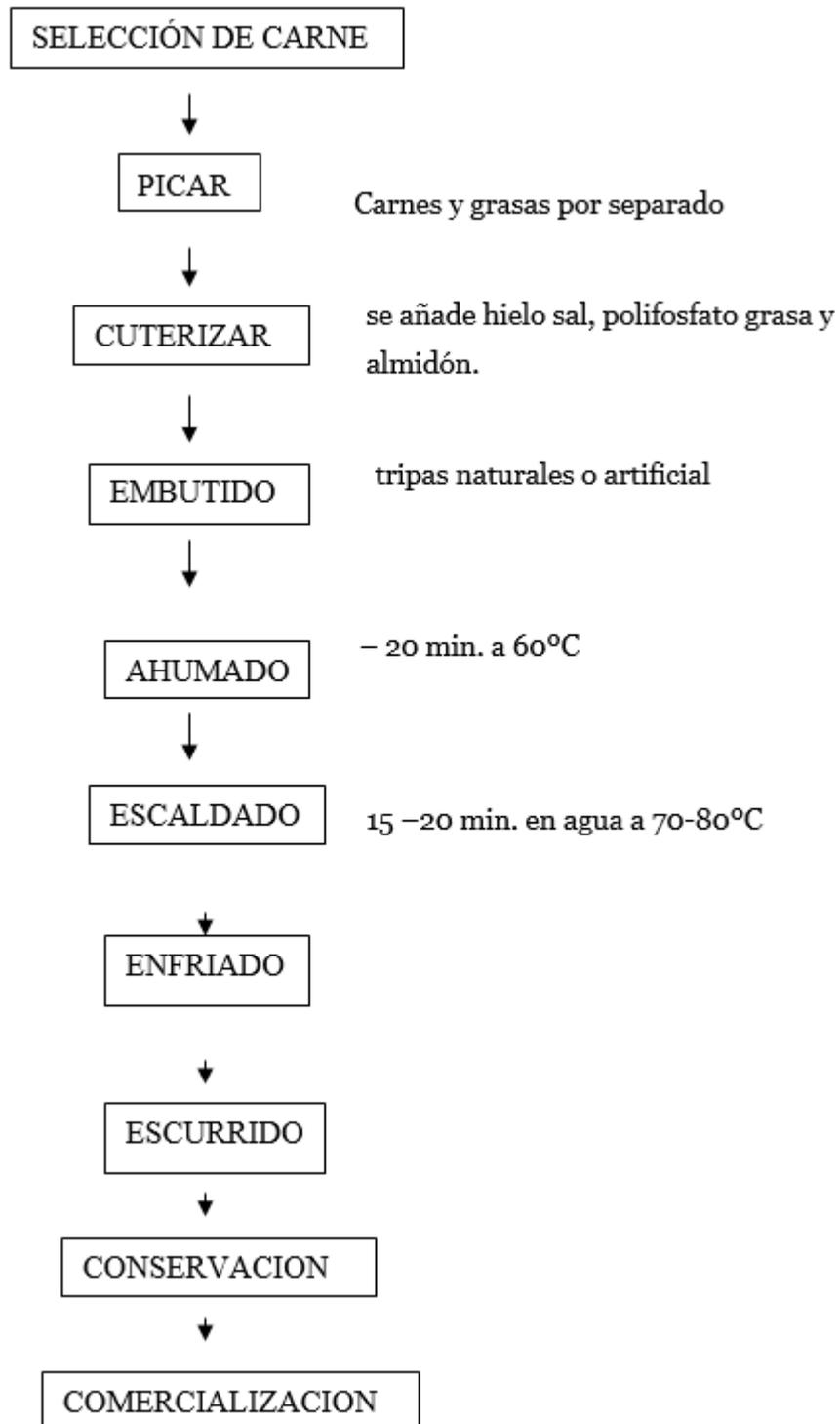
### Figura 9

*Ejemplo de embutido*



**Figura 10**

*Flujo del procesamiento del hot dog*

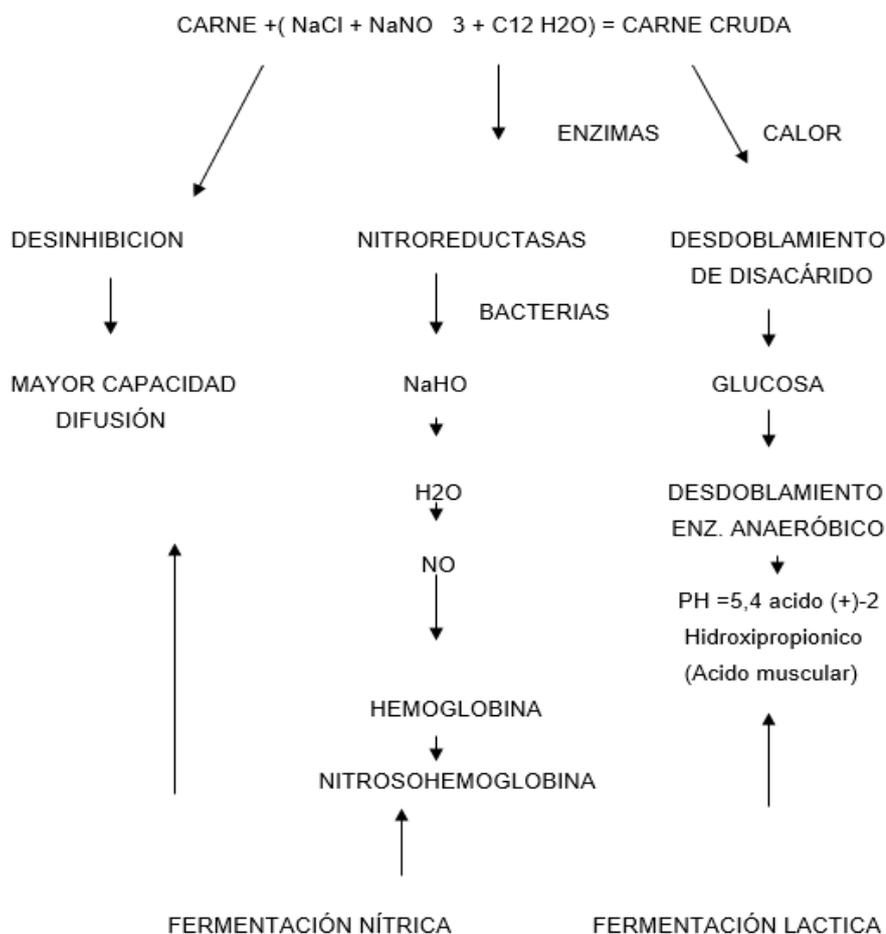


## Carnes curadas y ahumadas

La curación y el ahumado de las carnes son métodos que tienen un efecto bacteriostático, lo que significa que reducen la disponibilidad de agua y crean un ambiente desfavorable para el crecimiento de bacterias. Además, tienen un efecto conservante sobre la carne. El proceso de curado de las carnes es una etapa fundamental en el procesamiento de ciertos tipos de productos cárnicos. Consiste en someter las carnes a una mezcla especial de sales, a ciertas condiciones de temperatura y durante un tiempo determinado. El objetivo principal es fijar el color atractivo de la carne, mejorar su sabor y aroma, y permitir una mayor durabilidad, ya que los cambios que ocurren durante este proceso son notables.

### Figura 11

*Flujo del proceso de curado de carnes*



El ahumado, es el desarrollo del sabor, la preservación, la creación de nuevos productos, el desarrollo del color, la protección de oxidación.

Entre estos tipos de carnes, podemos encontrar:

### **Tocinos**

El término "tocino" se refiere a un producto elaborado a partir de carne de cerdo salada y ahumada. Para producir este producto, se selecciona la parte central externa y superior de la carcasa de cerdo, entre la pierna y el brazuelo. Esta capa es la ideal y se conoce como tocino dorsal, mientras que la parte superior, llamada panceta, se utiliza para elaborar un tocino ligeramente inferior.

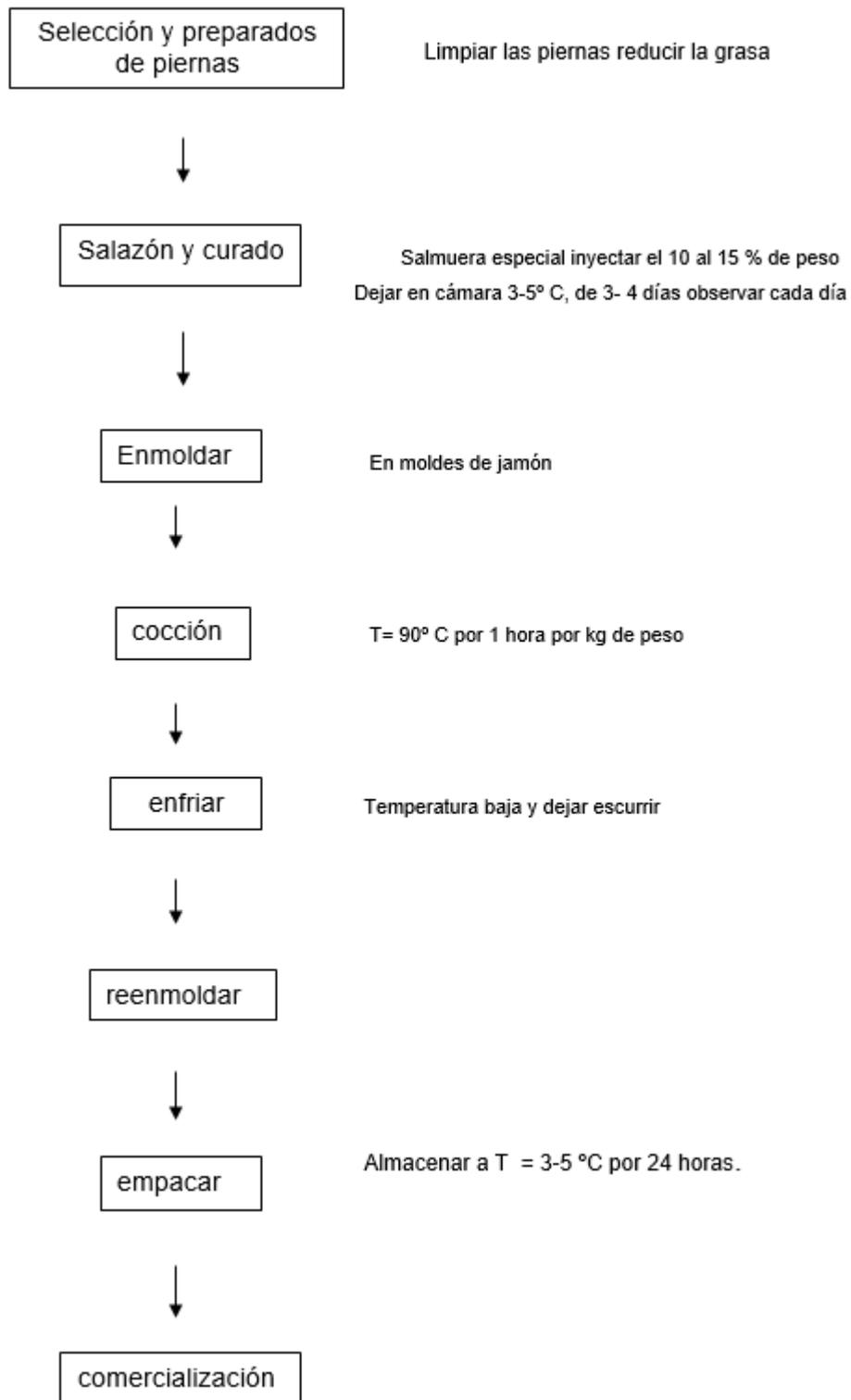
La calidad del tocino está estrechamente relacionada con la calidad de la carcasa de cerdo. Es fundamental que la capa de tocino sea delgada en lugar de gruesa para lograr una producción de alta calidad.

### **Jamones**

El jamón es uno de los productos más valorados en la industria de la salchichería. Para su producción, se pueden utilizar las piernas y los brazuelos de cerdo. Dependiendo de la variedad, los jamones pueden ser salados, curados, ahumados o sometidos a cocción. Desde este punto de vista, se pueden distinguir entre jamones crudos y cocidos.

**Figura 12**

*Flujo del procesamiento del jamón inglés*



**CAPÍTULO IX**  
**PROCESO TECNOLÓGICO DE CEREALES**  
**Y PRODUCTOS DERIVADOS**

## 9.1 Cereales

Los cereales son un grupo de plantas herbáceas cuyas semillas se utilizan para la alimentación humana o animal, generalmente en forma de harina. La palabra "cereal" proviene de *Ceres*, el nombre en latín de la diosa de la agricultura.

Los cereales pertenecen al grupo de plantas conocido como gramíneas. Se caracterizan por tener semillas y frutos prácticamente indistinguibles, conocidos como granos. Los cereales más comúnmente utilizados en la alimentación humana son el trigo, el arroz y el maíz, aunque también son importantes la cebada, el centeno y la avena.

El grano de cereal, que es la parte comestible, está compuesto por varias partes. La cubierta externa, compuesta principalmente por fibras de celulosa y que contiene vitamina B1, se elimina durante el proceso de molienda y se convierte en salvado. En el interior del grano se encuentran principalmente dos estructuras: el germen y el núcleo. El germen es rico en proteínas de alto valor biológico, grasas insaturadas, vitamina E y vitamina B1, que se pierden durante el refinado para obtener harina blanca. El núcleo interno está compuesto principalmente por almidón y, en el caso del trigo, la avena y el centeno, por gluten, un complejo proteico formado por gliadina y glutéina que le da elasticidad y características panificables a la masa de pan.

Cuando se consume el cereal después de eliminar las cubiertas y el germen, se denomina cereal refinado. Si se procesa sin eliminar las cubiertas, el producto resultante se llama cereal integral. Las harinas integrales son más nutritivas, ya que contienen más fibra, carbohidratos y complejo vitamínico B.

El valor nutricional de los cereales está relacionado con el grado de extracción del grano. Cuanto más blanco sea el pan, menor será su valor nutricional. Los cereales tienen una preparación agroindustrial y culinaria sencilla y son muy versátiles, utilizándose en una amplia variedad de alimentos como pan, pasteles, pasta, copos de cereales, entre otros. Además, también se utilizan como materia prima en la industria de bebidas alcohólicas como la cerveza o el whisky.

El consumo de cereales es adecuado para personas de todas las edades y condiciones. En nuestro entorno, los cereales se consumen en diversas formas, como pan, productos de repostería, cereales para el desayuno, pero también se utilizan como ingredientes en la elaboración de una gran variedad de dulces.

## 9.2 Productos derivados de cereales

Los productos derivados de los cereales son aquellos que se obtienen a partir de diversas especies que pertenecen principalmente a la familia de las gramíneas. Estas especies, cuyos frutos son inseparables de las semillas, incluyen principalmente el arroz, el maíz, el trigo, la avena, el sorgo, el centeno, la cebada y el mijo. También se pueden mencionar otras especies como la quinua, el amaranto y el girasol, que se consideran pseudocereales debido a sus similitudes en cuanto a las semillas.

Cuando hablamos de productos derivados de cereales, es importante tener en cuenta su consumo y clasificarlos en grupos de alimentos donde los cereales son el componente principal.

En general, a excepción del arroz y el maíz dulce, los cereales pasan por un proceso de transformación que modifica sus características nutricionales antes de llegar a nuestras manos. Uno de los productos más comunes derivados de los cereales es la harina.

### **Harina**

La harina se obtiene a través de la molienda del trigo. La harina blanca utilizada para hacer pan se obtiene exclusivamente del trigo, ya que es el único cereal conocido por el ser humano que contiene las dos proteínas principales (gluten) que, al mezclarse con agua, forman la estructura del pan.

### **Tipos de harina**

Existen diferentes tipos de harinas, cada una con características específicas. A continuación, se mencionan algunos tipos de harina utilizados en la elaboración de pan:

- Harinas duras: Son aquellas que tienen un alto contenido de proteínas.
- Harinas suaves: Son harinas con un bajo contenido de proteínas.

### Clases de harina para pan

En cuanto a las clases de harina para pan, se pueden distinguir:

- **Harina integral:** Esta harina se obtiene utilizando todas las partes del trigo, incluyendo el salvado y el germen.
- **Harina completa:** En este caso, solo se utiliza el endospermo del trigo.
- **Harina patente:** Es considerada como la mejor harina y se obtiene del centro del endospermo.
- **Harina clara:** Es la harina que queda después de separar la harina patente.

En cuanto a la composición química de la harina de trigo, en promedio, para una tasa de extracción del 76%, se pueden encontrar los siguientes componentes:

- Proteínas
- Carbohidratos
- Grasas
- Fibras
- Minerales
- Vitaminas

Es importante tener en cuenta que la composición química de la harina puede variar dependiendo de diferentes factores, como la variedad de trigo utilizado y el proceso de molienda.

**Tabla 5***Composición de la harina*

Almidón	60 -72%
Humedad	14 - 16%
Proteínas	8 - 14%
Otros compuestos nitrogenados	1 - 2%
Azúcares	1 - 2%
Grasas	1,2 - 1,4%
Minerales	0,4 - 0,6%
Celulosa, vitaminas, enzima y ácidos	-

### 9.3 Procesamiento tecnológico del pan

El pan es un alimento esencial que se elabora principalmente con cereales, generalmente en forma de harina, y un líquido, típicamente agua. A lo largo de la historia, se han desarrollado diversas técnicas de panificación. Una de las diferencias clave radica en el uso de levadura, ya que su acción transforma las características de la harina y proporciona volumen, textura esponjosa y sabor al pan.

Las harinas más comunes utilizadas en la panificación son el trigo, el centeno, la cebada, el maíz, el arroz, las patatas y la soja. También es frecuente emplear harinas de legumbres y frutos secos. La harina de trigo, rica en gluten, es especialmente importante para lograr una textura esponjosa. A menudo, se combinan harinas de trigo con otros cereales que tienen un contenido más bajo de gluten. Incluso es común mezclar harinas de trigo de diferentes orígenes y niveles de gluten para obtener harinas específicas destinadas a tipos de pan particulares.

El pan suele sazonarse con sal y especias, que varían según las regiones y las costumbres, y también se le pueden añadir ingredientes como grasas, semillas, frutas, entre otros.

En cuanto a la forma, existen innumerables variedades de pan, influenciadas tanto por razones prácticas (como panes en moldes cuadrados para ahorrar espacio en el horno) como por motivos religiosos o culturales (como panes en forma de espiral que simbolizan el infinito). En cuanto a la técnica de cocción, también se emplean diversas formas, como hornos convencionales, cocción sobre cenizas o incluso cocción directa sobre el fuego.

Se dice que todas las grandes civilizaciones han tenido su propio pan, queso y vino como elementos fundamentales de su cultura culinaria. Incluso comunidades menos conocidas han contribuido a la gran diversidad de panes que existe en el mundo.

### **Tipos de pan**

Existen diversas variaciones de pan que reciben diferentes nombres según su forma, método de preparación, peso, etc. A continuación, describiremos algunas presentaciones típicas:

- **Pan blanco:** Es el tipo de pan más común, elaborado principalmente con trigo. Contiene aproximadamente un 90 % de trigo y un 10 % de salvado. En ocasiones se añaden lácteos, azúcar y grasas. La levadura más utilizada para fermentar este tipo de pan es *Saccharomyces cerevisiae*, aunque también se emplean otros microorganismos para influir en su aroma y sabor, como bacterias del género *Lactobacillus* y otras levaduras como *Saccharomyces pastorianus*, *Saccharomyces ellipsoideus*, *Mycoderma cerevisiae*, *Torula utilis*, entre otras.
- **Pan de molde o pan inglés:** Muy similar al pan normal, pero se le añade grasa para mejorar su sabor. Su valor calórico es similar al pan de barra. Se elabora en moldes, lo que le confiere su característica forma cuadrada y una corteza más suave.

- **Pan rallado:** Se trata de pan ligeramente tostado, deshidratado y molido, muy útil en la gastronomía.
- **Pan tostado o biscotes:** Su valor nutritivo es similar al del pan de barra, pero con mayor densidad nutricional debido a su menor contenido de agua. Una rebanada de pan de dos dedos de grosor (20 gramos) puede ser sustituida por dos tostadas (15 gramos) sin que varíe significativamente su valor nutritivo y energético, a menos que ciertas variedades comerciales contengan mayores cantidades de grasa.
- **Pan sin sal:** Se elabora sin añadir sal durante el proceso de preparación, siendo adecuado para personas que siguen una dieta baja en sodio.
- **Pan de maíz sin gluten:** Elaborado con harina de maíz, al igual que el pan de arroz, no contiene gluten, por lo que resulta adecuado para dietas especiales.
- **Pan de pascua, biscote o bizcocho:** Es un pan horneado hecho con harina y agua, que puede llevar o no levadura. Se le añaden frutas confitadas, nueces, almendras y pasas. Es similar al panettone italiano.
- **Pan Marraqueta:** Es un tipo de pan crujiente propio de Chile, Perú y Bolivia, también conocido como pan batido.
- **Pan francés o bolillo:** Se trata de un pan muy esponjoso hecho con harina de trigo.
- **Pan integral:** Elaborado con harina integral, también conocido como pan negro, moreno o de salvado.
- **Rosca:** Es un pan con forma de rosca.
- **Pancito de mantequilla:** Se trata de un pan pequeño con una textura tostada, hecho mezclando la harina con mantequilla.
- **Pan chapata:** Es un pan de trigo con costra dura, elaborado con aceite y espolvoreado con harina sin cocer al salir del horno.

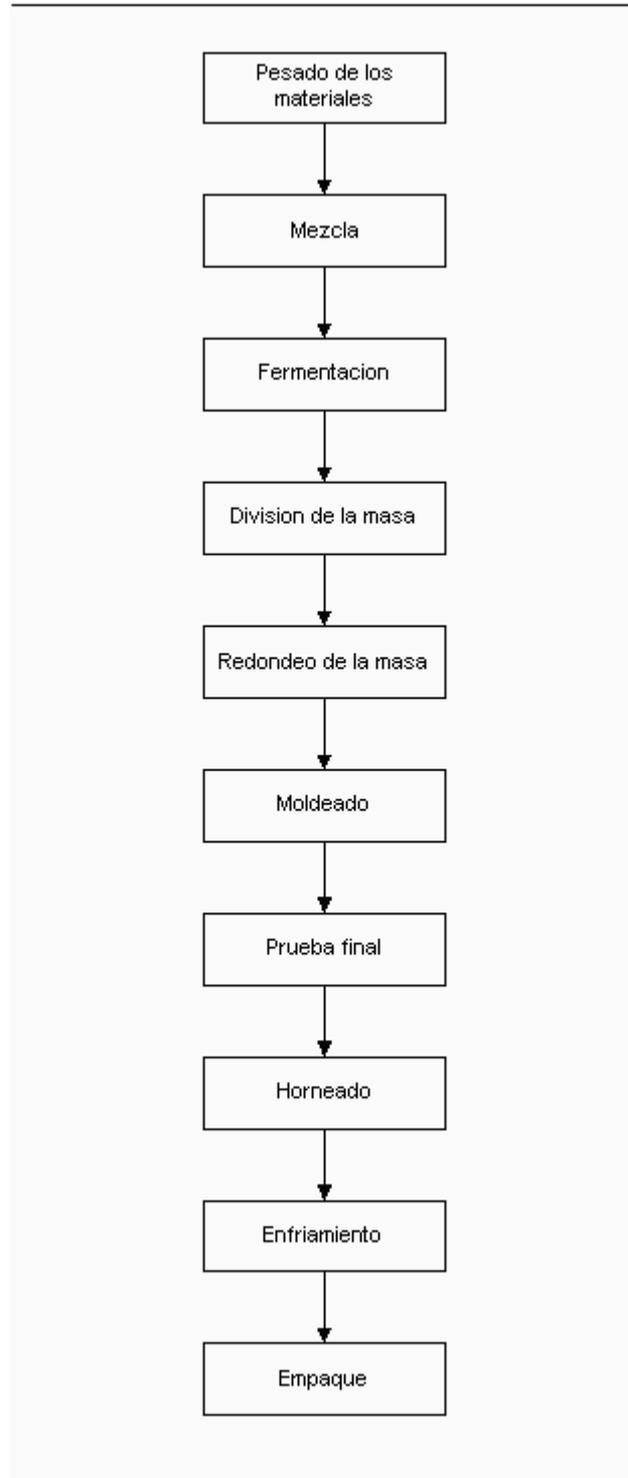
**Figura 13**

*Ejemplo de pan*



**Figura 14**

*Flujo del procesamiento del pan*



El proceso de elaboración del pan se describe de la siguiente manera:

- Todos los ingredientes se pesan y se colocan en una mezcladora vertical. Se añade almidón y agua para formar la masa, que luego se deja fermentar durante unas horas para activar el almidón y permitir que la masa se hinche. Este período de fermentación se conoce como "tiempo de reposo o descanso".
- La masa fermentada se vuelve a colocar en la mezcladora, donde se añade el resto de la harina, agua, materia grasa (como margarina), azúcar, leche, sal y/o huevos. Los ingredientes se mezclan y se distribuyen de manera uniforme en la masa para formar el gluten, que es el resultado elástico de las proteínas después de que el almidón se ha separado de la masa por lavado.
- A continuación, la masa se divide y se redondea, y se somete inmediatamente a pruebas de calidad. Las porciones de masa pasan por un moldeador que elimina el exceso de gas y aire de la masa mediante una serie de rodillos. Las porciones de masa se moldean en recipientes cilíndricos o de barra (para pan de molde) y se colocan en recipientes.
- Los recipientes se colocan en una cámara de fermentación con temperatura y humedad controladas, donde se dejan reposar durante aproximadamente una hora. Luego, los recipientes se trasladan al horno para que la masa se hornee. Esta etapa es crucial en el proceso de producción, ya que la temperatura del horno transformará la masa en un producto ligero, agradable y apetecible.
- Una vez que el pan se retira del horno, se debe enfriar antes de ser cortado y empaquetado. El enfriamiento adecuado asegura que el pan mantenga su estructura y textura óptimas.

#### 9.4 Procesamiento tecnológico del panetón

El fundamento de elaboración del panetón se centra en la obtención de una masa suave y elástica, con gran capacidad de formación y captación de anhídrido carbónico, y horneado; con características peculiares de sabor, aroma y textura.

Según la norma ITINTEC N.T.P. 20-002-1981: El bizcocho es un producto de consistencia blanda y sabor dulce que se obtiene mediante el amasamiento y cocimiento de masas fermentadas. Estas masas se preparan utilizando harina y uno o más de los siguientes ingredientes: levaduras, leudantes, leche, féculas, huevos, sal, azúcar, agua potable, mantequilla, grasas comestibles y aditivos permitidos.

En la definición de bizcocho se incluyen otros productos similares, como el panetón, el chancay, el pan dulce y el pan de pasas. Los bizcochos se clasifican según su forma o preparación:

**Simple:** Son aquellos que se presentan sin ningún agregado especial en su masa, como el chancay y el pan dulce.

**Relleno:** Se refiere a los bizcochos que tienen un núcleo de relleno apropiado o que contienen frutas secas o confitadas, como el panetón, el pan de pasas y los enrollados (como la rosca de reyes o los enrollados de canela).

**Revestidos:** Son bizcochos simples a los que se les ha aplicado un revestimiento especial después de ser cocidos, como miel, jarabe, azúcar en polvo, chocolate o cremas.

### Características

Podemos definir sus características principales a partir del empleo de los insumos sin desmerecer la calidad de estos, más bien con respecto al costo que implica elaborar el panetón económico y el panetón especial, se diferencian en que en el panetón económico se emplean insumos más baratos, pero que cumplan la misma función, tratando de obtener gran similitud entre uno y otro.

Las características del panetón debe adquirir las siguientes características:

- **La fibra:** La fibra depende de la harina, tiene que ser harinas de tipo especial panetoneras. Cuando mayor sea la calidad de gluten, mejor fibra tendrá el panetón.

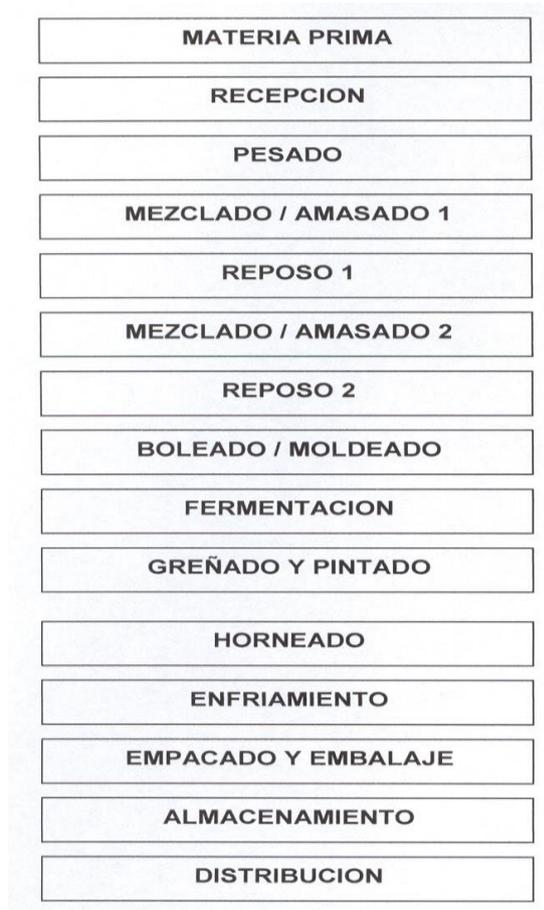
- **La textura de la miga:** La miga del panetón debe estar distribuida uniformemente, se agrega emulsionante.
- **El tamaño:** Se debe trabajar con una masa dura para lograr un buen tamaño y una buena fibra. El tamaño del panetón final debe sobresalir al pirotín.
- **El aroma:** Empleado especialmente para el panetón especial, se emplea una esencia consistencia aceitosa y que no se evapore fácilmente.

### Control de calidad

Implementar prácticas y medidas para garantizar que la producción de panetones cumpla con estándares de higiene adecuados y que todos los equipos, maquinarias y accesorios estén en óptimas condiciones.

### Figura 15

*Flujo del procesamiento del pan*



## 9.5 Procesamiento tecnológico de pastas

Se conoce como pasta a los alimentos elaborados con una masa compuesta principalmente de harina de trigo mezclada con agua, y que puede incluir sal, huevo u otros ingredientes. Este producto se cocina generalmente en agua hirviendo. En su preparación, se utiliza comúnmente la especie de trigo *Triticum durum*, conocido como trigo duro.

La pasta proporciona principalmente carbohidratos y una cantidad moderada de proteínas, especialmente cuando se combina con carne, queso o una pequeña cantidad de grasa al ser cocinada con aceite.

Además, las pastas también aportan algunas vitaminas del grupo B, especialmente las variedades de colores. Por ejemplo, se utilizan espinacas para obtener el color verde, tomate para el rojo o naranja. Si no se agrega ningún ingrediente adicional, la pasta tendrá un color crudo ligeramente amarillento.

### **Tipos de pasta**

La pasta se puede clasificar en fresca o seca, y también existen variedades que se caracterizan por estar rellenas.

#### ***Pastas sin relleno***

Dentro de las pastas sin relleno, hay numerosas formas, entre las cuales se encuentran:

Pastas alargadas: como los espaguetis o spaghetti, que son alargados y tienen sección circular. Los tallarines, similares a los *espaguetis*, pero con sección rectangular o plana. Los *fettuccini*, que son alargados y planos, con un ancho de 6 mm. Los fideos, que son alargados y finos en forma de hilo. Los *linguini*, similares a los *fettuccini* pero más delgados, con un ancho de 3 mm. Los cabellos de ángel, que son alargados y muy delgados con sección circular. Los *bucatoni*, que son espaguetis gruesos ahuecados en el centro.

### ***Pastas cortas***

Como los macarrones o *macaroni*, que tienen forma de tubo angosto, curvo o recto. Los *rigatoni*, que son pasta tubular estriada ligeramente curva de 3,5 cm de largo. Los ñoquis o gnocchi, que son una pasta hecha de puré de patata y harina, con forma ovalada. Los *fusilli*, que tienen forma de hélice o pajarita, también conocidos como tornillos de Arquímedes.

### ***Pastas rellenas***

También existen pastas en forma de loncha, que se utilizan para preparar platos como canelones y lasañas, los cuales se suelen acompañar de carne picada, verduras u otros rellenos y salsas.

Se utilizan también discos de masa fina, de entre 8 y 13 cm de diámetro, que se cortan a mano o con máquinas cortadoras o troqueladoras, y se emplean para hacer empanadas con diversos rellenos.

Al igual que en las pastas sin relleno, en las pastas con relleno existen muchos otros tipos aparte de los mencionados. Algunos ejemplos son los raviolis o ravioli, que tienen forma de paquetito cuadrado, y los tortelines o tortellini, que tienen forma de rollito anudado y contienen un relleno de carne, queso u otros ingredientes.

### ***Composición química***

Los cereales y sus derivados, como la harina de trigo utilizada en la pasta, son ricos en carbohidratos de absorción rápida, que se convierten en glucosa en poco tiempo después de su ingestión. El contenido de fibra varía dependiendo del proceso de elaboración industrial.

El contenido de proteínas en los cereales es variable, representando entre un 6% y un 16% de su peso, dependiendo del tipo de cereal y el procesamiento industrial. Las proteínas de los cereales son generalmente pobres en aminoácidos esenciales, lo que las clasifica como proteínas de calidad biológica moderada. Sin

embargo, cuando se combinan con legumbres o proteínas de origen animal como el queso o el pescado, se obtienen proteínas de alto valor biológico.

El contenido de grasas en los cereales naturales es muy bajo, aunque el maíz contiene aproximadamente un 4% de grasa y se utiliza para obtener aceite.

Los granos de cereales contienen muy poca agua, lo que facilita su conservación.

Los cereales contienen minerales como el calcio, fósforo (aunque la presencia de ácido fólico interfiere parcialmente en su absorción), hierro y en menor cantidad potasio. También contienen todas las vitaminas del complejo B. Sin embargo, carecen de vitamina A (excepto el maíz amarillo, que contiene carotenos). La vitamina E se encuentra en el germen del grano, que se pierde durante la molienda, y la vitamina B1 es abundante en el salvado. No obstante, la mayoría de los cereales de consumo común, especialmente los copos de cereales para el desayuno y productos de panadería, están enriquecidos artificialmente con vitaminas.

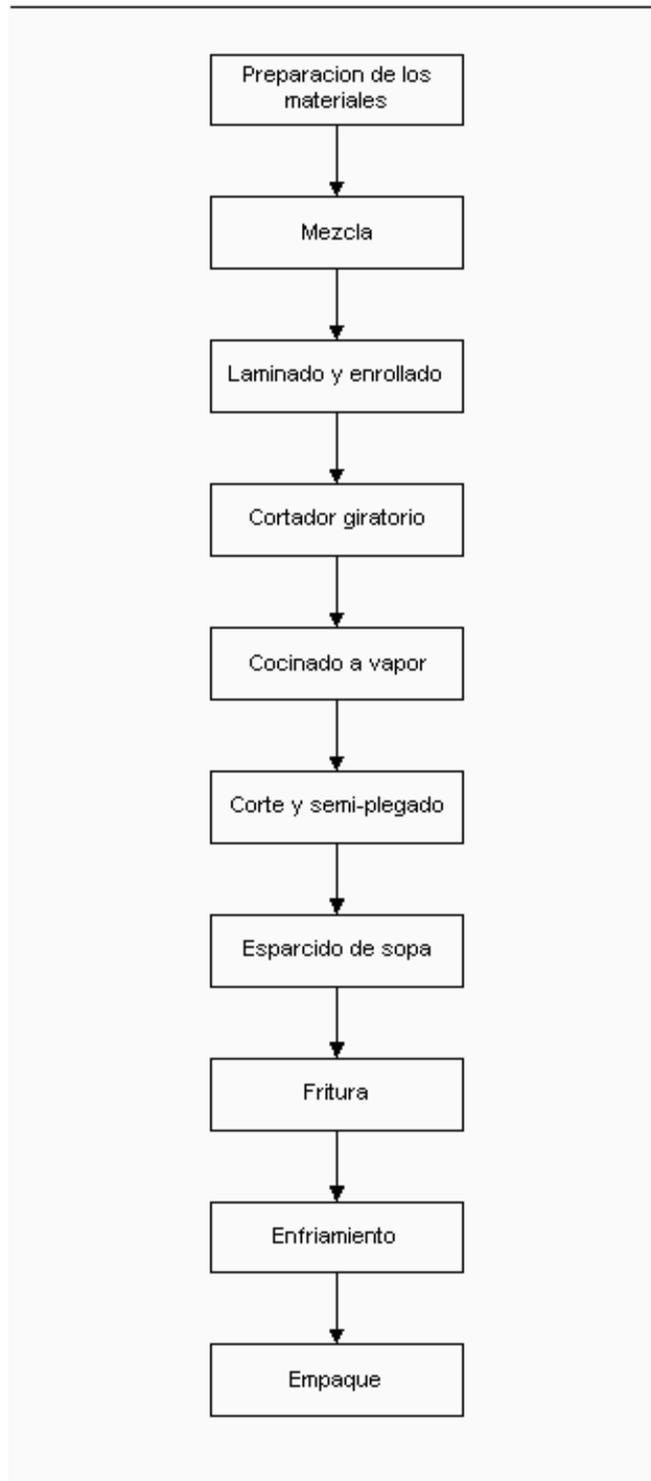
### **Figura 16**

*Ejemplo de pasta*



**Figura 17**

*Flujo del procesamiento de las pastas*



## **CAPÍTULO X**

### **PROCESO TECNOLÓGICO DE FRUTAS Y VERDURAS**

## 10.1 Fruta

Fruta es el nombre genérico para los frutos y las semillas comestibles de plantas, generalmente árboles, con varios años de vida. Su valor radica en el contenido de vitaminas, minerales, y de un conjunto de sustancias nutritivas fisiológicamente activas. Resulta importante también considerar el alto valor calórico que aportan las frutas.

## 10.2 Clasificación de fruta

- a) **Frutas de grano:** Incluyen manzanas, peras y membrillos.
- b) **Cítricos:** Engloban naranjas, limones y mandarinas.
- c) **Frutas exóticas:** Comprenden chirimoya, aguacate, kiwi, mango, papaya, piña y plátano.
- d) **Variedades de manzanas:** Entre ellas se encuentran la Golden, Starking, Reineta y Verde Doncella.
- e) **Variedades de peras:** Incluyen la Limonera, de agua y Ercolina.
- f) **Variedades de naranjas:** El Grupo Navel, que engloba Navel, Navel Late y Navelina, son naranjas destinadas al consumo directo. Por otro lado, la Salustiana y la Sanguina son naranjas utilizadas para hacer zumo.
- g) **Tipos de mandarinas:** Se destacan la Satsuma y las Clementinas.
- h) **Variedad de uvas:** La Moscatel.
- i) **Otras frutas:** fresa, fresones, melón, sandía y uvas.

## 10.3 Productos derivados de fruta

La fruta se utiliza principalmente en su estado fresco, como ocurre con las cerezas o las fresas. Sin embargo, muchas especies de frutas son difíciles de conservar en su estado fresco debido a su rápida descomposición. Para poder disfrutar de ellas durante todo el año, se lleva a cabo su procesamiento y transformación de la siguiente manera:

- a) **Conservas:** Consiste en envasar las frutas en latas o frascos herméticos, eliminando el aire. Mediante el calor, se eliminan las bacterias y se evita su entrada nuevamente.
- b) **Secado:** Se elimina el agua de las frutas, lo cual inhibe el crecimiento bacteriano. Este método se utiliza especialmente para manzanas, ciruelas y albaricoques. Las frutas se cortan en trozos y se secan mediante aire caliente o frío.
- c) **Azucarado:** El azúcar extrae la humedad de las bacterias, impidiendo su desarrollo y reproducción.
- d) **Macerado en alcohol:** El alcohol actúa como un agente desecante, al igual que el azúcar (por ejemplo, las cerezas al coñac).
- e) **Mermeladas:** Se preparan con la pulpa de las frutas y azúcar. Si se añaden colorantes o jarabe de glucosa (hasta un máximo del 12%), se debe indicar en la etiqueta.
- f) **Confituras:** Son mermeladas finas, generalmente elaboradas con una sola fruta, que contienen frutas enteras o trozos de ellas.
- g) **Jaleas:** Se obtienen al cocinar los jugos de frutas frescas, especialmente aquellas con alto contenido de pectina, como fresas, manzanas y membrillos. Para mejorar la gelificación, se agregan sustancias a base de pectina. El néctar de frutas también se incluye en este grupo.

#### 10.4 Procesamiento tecnológico del néctar

El néctar es un producto elaborado a partir de dos o más frutas, y en su etiqueta se debe indicar el nombre de las frutas utilizadas.

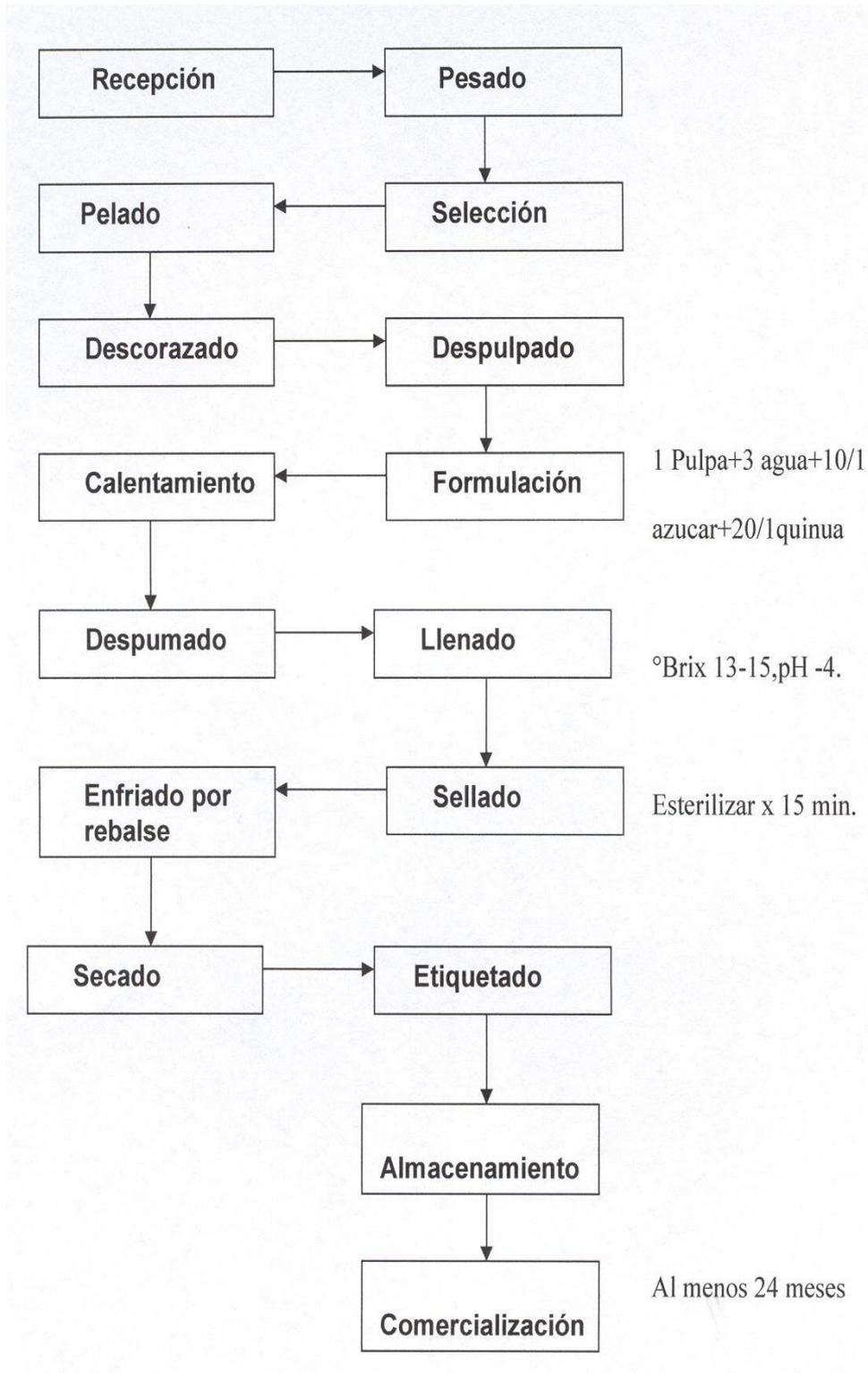
Si el néctar no contiene aditivos, a excepción del ácido ascórbico, puede llevar la frase "100% natural" en su etiqueta.

#### **Componentes:**

- **Frutas:** El néctar se obtiene a partir de frutas maduras, frescas y sanas, que estén libres de podredumbre y se hayan lavado adecuadamente. Una ventaja de la elaboración de néctares es que permite utilizar frutas que no serían adecuadas para otros fines debido a su forma o tamaño.
- **Agua:** El agua utilizada en la elaboración de néctares debe ser de calidad potable, sin sustancias extrañas ni impurezas, y con bajo contenido de sales. La cantidad de agua para diluir el néctar se determina en función del peso de la pulpa o jugo y de las características de la fruta.
- **Azúcar:** Los néctares generalmente contienen azúcares naturales presentes en la fruta, además del azúcar añadido. El azúcar aporta el dulzor característico al néctar, y el grado Brix puede variar entre 13 y 18°.
- **Ácido cítrico:** Se utiliza para regular la acidez del néctar y hacerlo menos propenso al desarrollo de microorganismos. Un medio ácido dificulta el crecimiento de microorganismos. El pH del néctar suele estar entre 3.5 y 3.8.
- **Conservante:** Los conservantes se agregan a los alimentos para inhibir el crecimiento de microorganismos, especialmente hongos y levaduras, y así prolongar su vida útil. Los conservantes químicos más comunes son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio.
- **Estabilizante:** Se utiliza para evitar la sedimentación de las partículas de pulpa de fruta y proporcionar mayor consistencia al néctar. El estabilizante más utilizado es la carboximetilcelulosa (CMC), ya que no altera las características propias del néctar, puede soportar temperaturas de pasteurización y funciona bien en medios ácidos.

**Figura 18**

*Flujo del procesamiento de néctares*



## 10.5 Verdura

Las verduras son alimentos de origen vegetal que se consumen principalmente por sus partes comestibles, como hojas, tallos, raíces, flores o frutos inmaduros. Son una fuente importante de vitaminas, minerales, fibra dietética y otros nutrientes esenciales para una alimentación equilibrada.

## 10.6 Clasificación de verduras

La clasificación de las verduras puede variar dependiendo de diferentes criterios, pero a continuación se presenta una clasificación general basada en las partes de la planta que se consumen:

- **Verduras de hoja:** Son aquellas cuyas hojas son la parte comestible. Ejemplos comunes incluyen espinacas, lechuga, acelga, col rizada (kale) y berro.
- **Verduras de tallo:** En este grupo se encuentran las verduras cuyo tallo o parte aérea es la parte comestible. Algunos ejemplos son el apio, espárragos, brócoli, alcachofa y puerro.
- **Verduras de raíz:** Son las que se consumen por sus raíces o tubérculos. Ejemplos populares son las zanahorias, remolachas, rábanos, nabos y apio nabo.
- **Verduras de flor:** Estas verduras se consumen antes de que las flores se abran por completo. Entre ellas se encuentran el brócoli, coliflor, alcachofa y alcachofa de Jerusalén.
- **Verduras de fruto inmaduro:** Son las verduras que se consumen antes de que el fruto haya madurado completamente. Algunos ejemplos son los tomates, pimientos, calabacines, pepinos y berenjenas.
- **Verduras bulbosas:** Son aquellas que se forman a partir de un bulbo. Ejemplos conocidos son las cebollas, ajos, chalotes y cebolletas.

Según el contenido de hidratos de carbono se pueden clasificar de la siguiente manera:

a) **Grupo A (Hasta un 5% de hidratos de carbono):** acelga, coliflor, lechuga, pimiento, apio, espinaca, berenjena, col, rabanito, tomate, zapallito.

b) **Grupo B (Hasta un 10% de hidratos de carbono):** alcachofa, zapallo, zanahoria, betarraga, arveja fresca, cebolla, vainita, nabo, (remolacha)

c) **Grupo C: (hasta el 20% de hidratos de carbono):** batata (camote), mandioca, patata, choclo.

Las verduras también pueden clasificarse según su color. A continuación, se presenta una clasificación basada en los diferentes colores de las verduras:

- **Verduras verdes:** Incluyen verduras como espinacas, brócoli, guisantes, judías verdes, acelgas, calabacines y lechugas. Estas verduras son ricas en clorofila y suelen ser fuente de vitaminas A, C, K, ácido fólico y minerales como el hierro y el calcio.
- **Verduras rojas:** Ejemplos de verduras rojas son los tomates, pimientos rojos, remolachas, rábanos, cebollas rojas y chiles. Estas verduras contienen licopeno, un antioxidante que se asocia con beneficios para la salud del corazón y la prevención de ciertos tipos de cáncer.
- **Verduras naranjas y amarillas:** Entre ellas se encuentran las zanahorias, calabazas, calabacines amarillos, pimientos amarillos, maíz, papaya y naranjas. Estas verduras son una excelente fuente de vitamina C, betacarotenos y otros antioxidantes.
- **Verduras moradas y azules:** Incluyen verduras como la berenjena, repollo morado, remolacha morada, cebolla morada y uvas. Estas verduras contienen antocianinas, que son compuestos antioxidantes que se cree que tienen propiedades antiinflamatorias y beneficios para la salud cerebral.
- **Verduras blancas:** Ejemplos de verduras blancas son el ajo, cebolla blanca, coliflor, nabos, puerros y champiñones. Estas verduras contienen compuestos como alicina y flavonoides, que se han asociado con beneficios para la salud del corazón y propiedades anticancerígenas.

## 10.7 Composición química

- **Agua:** Las verduras suelen tener un alto contenido de agua, lo que las hace refrescantes y contribuye a su bajo aporte calórico. Se les puede considerar como depósitos de agua rodeados de finas membranas de otros compuestos.
- **Glúcidos:** Los glúcidos de las hortalizas se dividen en dos grupos principales: absorbibles y no absorbibles. En el primer grupo, se encuentran una variedad de azúcares simples y almidón. A medida que las hortalizas maduran, la síntesis de almidón a partir de los azúcares simples tiende a aumentar. La cantidad de azúcares que nuestro organismo puede utilizar varía, siendo aproximadamente del 0.2% en hojas, del 5% en acelgas, calabazas y champiñones, del 15% en guisantes y frutas, y hasta un 30% en ajos. Por otro lado, la cantidad de celulosa y sustancias similares oscila entre el 1% y el 5%.
- **Lípidos:** En cuanto a los lípidos, su presencia en las hortalizas es muy baja, generalmente inferior al 1%. Los lípidos presentes son principalmente monoinsaturados y poliinsaturados. En algunas hortalizas y vegetales se pueden encontrar ceras y fitoesteroles, pero no se encuentran colesterol ni fosfolípidos.
- **Proteínas:** Aunque las verduras no son una fuente principal de proteínas, sí contienen pequeñas cantidades de aminoácidos esenciales necesarios para el funcionamiento del cuerpo.
- **Grasas:** Las verduras son generalmente bajas en grasas, y la mayoría de las grasas presentes son ácidos grasos insaturados saludables.
- **Vitaminas:** Las verduras son una excelente fuente de vitaminas, especialmente de vitamina C, vitamina A, vitamina K, vitamina E y varias del complejo B, como ácido fólico.
- **Minerales:** Las verduras son ricas en minerales como el potasio, magnesio, calcio, hierro y zinc, que son esenciales para funciones corporales como la salud ósea, la producción de glóbulos rojos y la regulación de la presión arterial.

- **Antioxidantes:** Muchas verduras contienen compuestos antioxidantes, como vitamina C, vitamina E, carotenoides y flavonoides. Estos antioxidantes ayudan a proteger al cuerpo contra el daño de los radicales libres y reducir el riesgo de enfermedades crónicas.
- **Fitonutrientes:** Las verduras también contienen fitonutrientes, como glucosinolatos en las crucíferas (brócoli, coliflor) y sulforafano en el brócoli, que se ha asociado con propiedades anticancerígenas.

## 10.8 Procesamiento tecnológico de encurtidos

Los encurtidos son productos elaborados a base de frutas y/o hortalizas que se conservan gracias a su alto contenido de acidez. Esta acidez puede lograrse mediante la fermentación de los azúcares presentes en el producto por microorganismos específicos, o mediante la adición de ácidos comerciales, como el ácido acético.

Los microorganismos, en condiciones de ausencia de oxígeno, pueden convertir las sustancias químicas del medio en el que viven para obtener energía. Estos procesos bioquímicos, en los que las enzimas actúan como catalizadores, se conocen como fermentaciones.

La elaboración de encurtidos, que son alimentos salados y fermentados, es un método de conservación que combina el uso de sal para controlar selectivamente los microorganismos y la fermentación para estabilizar los tejidos tratados. Este método se aplica en la conservación de diversos vegetales, lo que permite su consumo en cualquier época del año. Algunos ejemplos de encurtidos son los *pickles* (cebollitas, pepinillos, zanahorias, ajíes, berenjenas, nabos, etc.) y las aceitunas.

La definición de encurtidos se refiere a productos preparados con frutas, hortalizas y/o legumbres cuya conservación se logra mediante la acidificación, que puede lograrse a través de la fermentación láctica espontánea de los azúcares presentes en el vegetal en presencia de sal, o mediante la adición directa de ácido acético o vinagre al vegetal. Los encurtidos pueden ser:

### *Encurtidos fermentados*

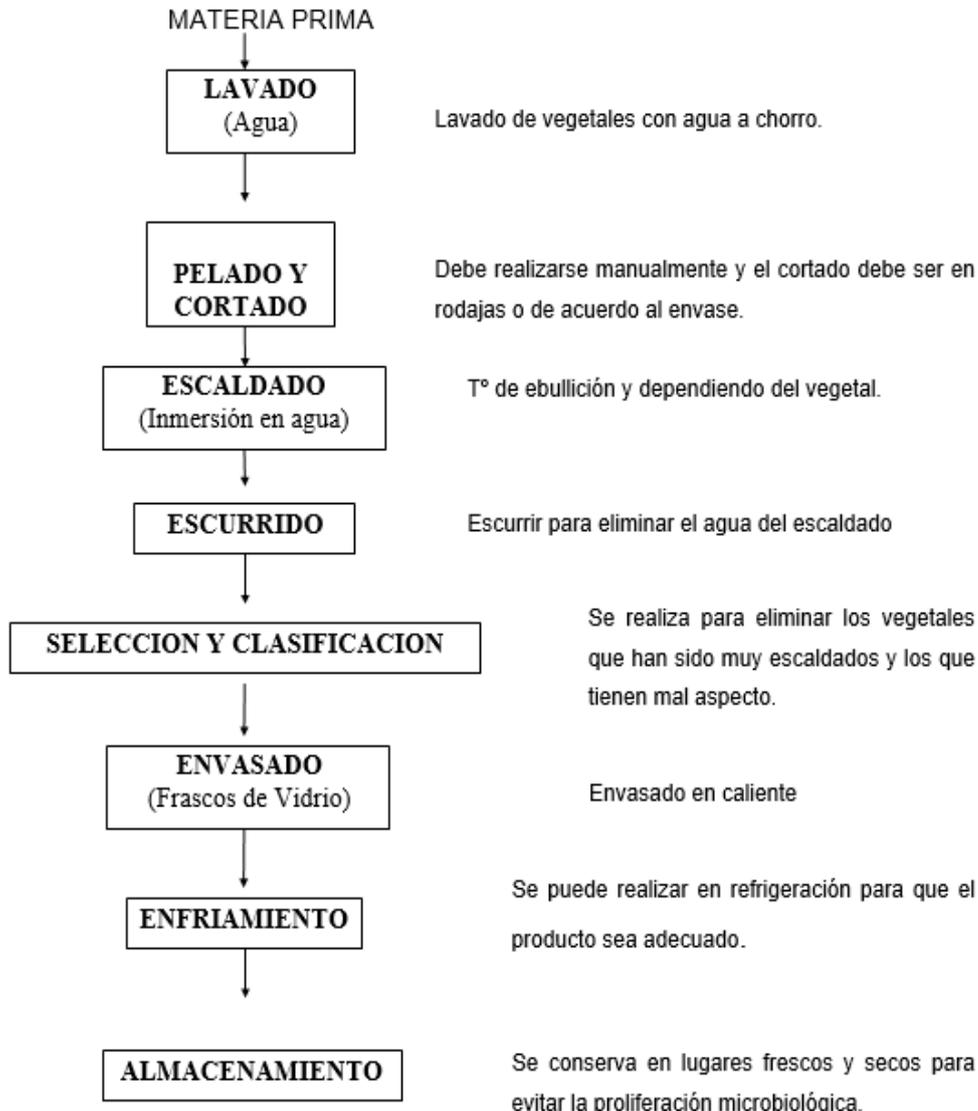
- **Selección y preparación de los vegetales:** Se eligen vegetales frescos y de alta calidad, como pepinillos, col, rábanos o repollo. Los vegetales se lavan y se cortan según la preferencia, ya sea en rodajas, trozos o encurtidos enteros.
- **Salmuera:** Se prepara una salmuera mediante la disolución de sal en agua. La salmuera se utiliza para sumergir los vegetales y proporcionar el ambiente adecuado para la fermentación.
- **Fermentación:** Los vegetales se sumergen en la salmuera y se colocan en un recipiente o frasco. Durante la fermentación, las bacterias lácticas presentes de forma natural en los vegetales comienzan a fermentar los azúcares, convirtiéndolos en ácido láctico. Este proceso de fermentación crea un ambiente ácido y preserva los vegetales.
- **Tiempo de fermentación:** El tiempo de fermentación varía según el tipo de encurtido y las preferencias personales. Puede llevar desde unos días hasta varias semanas. Durante este tiempo, es importante mantener los vegetales sumergidos en la salmuera y en un ambiente con una temperatura adecuada.
- **Almacenamiento:** Una vez que los vegetales han fermentado según el gusto deseado, se pueden transferir a recipientes herméticos y refrigerarlos para detener la fermentación. Los encurtidos fermentados se pueden almacenar en el refrigerador durante varios meses.

### *Encurtidos no fermentados*

- **Selección y preparación de los vegetales:** Se eligen vegetales frescos y se lavan adecuadamente. Los vegetales se cortan en rodajas, trozos o encurtidos enteros según la preferencia.
- **Vinagre y adobo:** Se prepara una solución de vinagre (generalmente ácido acético) con agua, sal y azúcar. También se pueden añadir especias y hierbas para dar sabor adicional.

- **Escaldado:** Algunos vegetales pueden requerir un proceso de escaldado antes de ser encurtidos. Esto implica sumergir los vegetales en agua hirviendo durante un corto período de tiempo y luego enfriarlos rápidamente.
- **Encurtido:** Los vegetales se sumergen en la solución de vinagre y adobo, asegurándose de que estén completamente cubiertos. Se pueden añadir otros ingredientes, como ajo o chiles, para agregar más sabor.
- **Reposo:** Los vegetales se dejan reposar en la solución de vinagre y adobo durante un período de tiempo específico, que puede variar según la receta. Durante este tiempo, los sabores se combinan y se desarrollan.
- **Almacenamiento:** Una vez que los vegetales han reposado lo suficiente, se pueden transferir a recipientes herméticos y almacenar en el refrigerador. Los encurtidos no fermentados suelen estar listos para consumirse inmediatamente y pueden conservarse en el refrigerador durante varios meses.

Ambos tipos de encurtidos ofrecen diferentes perfiles de sabor y textura. Los encurtidos fermentados tienden a tener un sabor más ácido y un poco efervescente debido a la fermentación, mientras que los encurtidos no fermentados tienen un sabor más agrio y crujiente debido al vinagre. La elección entre los dos métodos depende de las preferencias personales y el tipo de encurtido que se desee obtener.

**Figura 19***Flujo del procesamiento de encurtidos*

El detalle del proceso es el siguiente:

**a) Limpieza:** El proceso de limpieza es fundamental en la elaboración de encurtidos, ya que la presencia de suciedad, hojas y frutas en mal estado puede afectar el desarrollo normal de la fermentación láctica, que es un proceso microbiológico que involucra enzimas pectinolíticas y celulolíticas.

**b) Pelado y corte:** El pelado y corte de las hortalizas se realiza de manera manual utilizando peladores y cuchillos. Este paso prepara las hortalizas según el tamaño de los envases en los que serán encurtidas.

**c) Escaldado:** El escaldado se realiza de acuerdo al tipo de vegetal, y puede implicar hervir algunos vegetales durante un tiempo determinado. La duración del escaldado varía según el vegetal utilizado.

**d) Escurrido:** Después del escaldado, se procede a eliminar el agua residual que queda en las hortalizas.

**e) Selección y clasificación:** Con el fin de procesar materia prima en óptimas condiciones y de manera uniforme, se realiza una selección y clasificación previa de las hortalizas. En algunos casos, es necesario garantizar una gran uniformidad, mientras que en otros se debe llevar a cabo una cuidadosa selección de aquellas que presenten mal aspecto.

**f) Envasado:** Las hortalizas, después de ser escaldadas, se envasan en caliente dentro de los recipientes adecuados. A continuación, se agrega el líquido de cobertura preparado a temperatura de ebullición y se sellan los envases.

**g) Enfriamiento y almacenamiento:** Los encurtidos se enfrían en condiciones de refrigeración para garantizar su adecuada conservación. Posteriormente, se almacenan en lugares frescos y secos con el fin de evitar la proliferación de microorganismos.

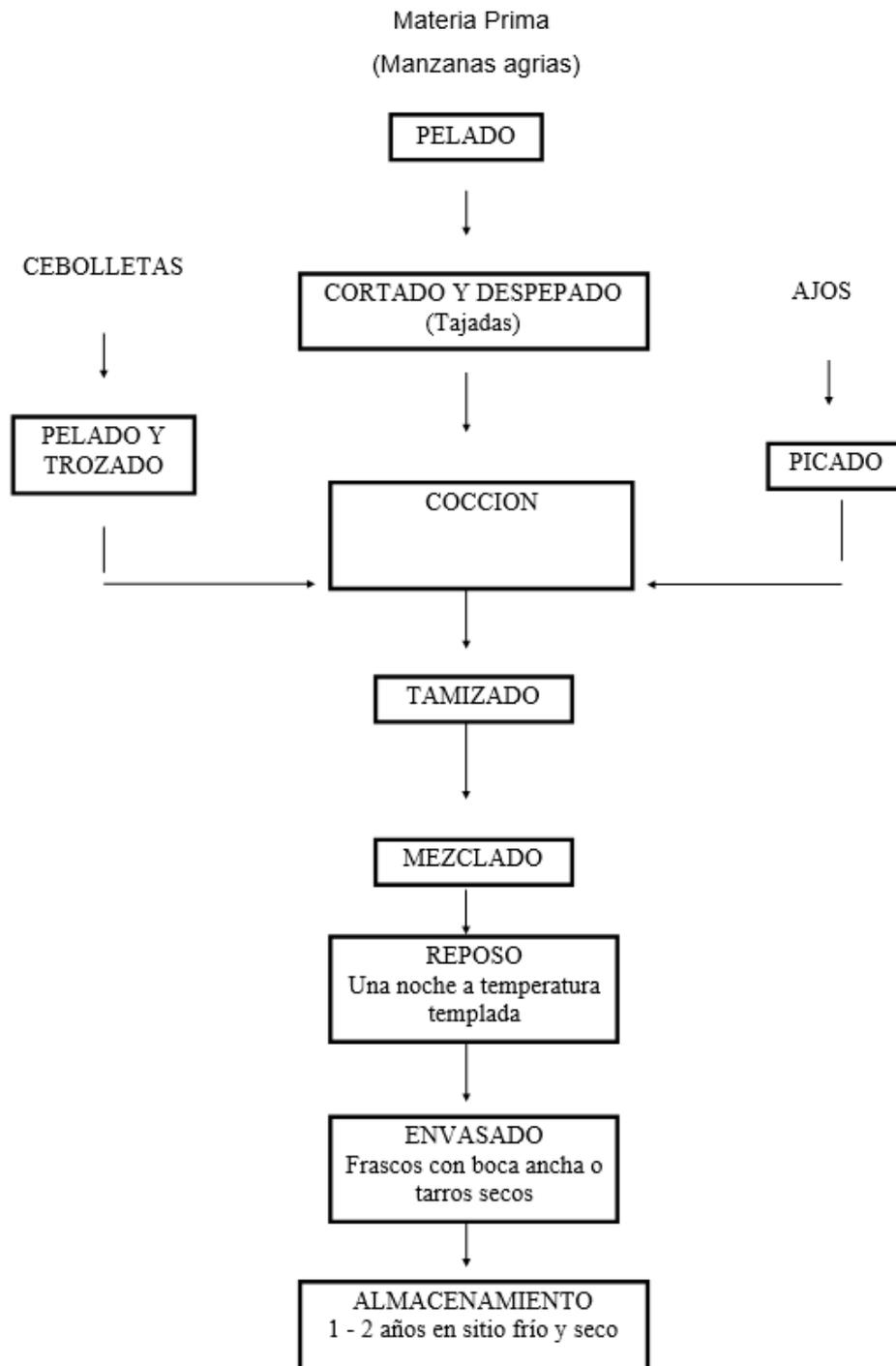
## 10.9 Procesamiento tecnológico de chutney

La base para el chutney puede ser una fruta, como manzanas, grosellas, ciruelas, tomates maduros o verdes, y cebollas, ajos, sal, azúcar, especias, pasas o dátiles que se añaden para conseguir un equilibrio ajustado de sabores.

Para conseguir el sabor suave deseado, se dejará madurar el chutney envasado antes de abrir los envases, de forma que sigan desarrollándose los sabores, se emplea especias molidas.

**Figura 20**

*Flujo del procesamiento de chutney*



## Envasado del chutney

El chutney será envasado mientras se mantiene caliente en envases limpios y que serán cerrados con tapas herméticas. Como alternativa pueden colocarse en la tapa discos de papel encerado de doble grosor para evitar la reacción entre el vinagre y el envase. Son ideales las tapas herméticas de plástico, o las modernas tapas herméticas que pueden adquirirse para tarros de tamaño normalizado, evitando dejar espacios con aire.

## Almacenamiento del chutney

Estos productos mejoran siempre que se conserven en recipientes herméticos y se mantengan en un lugar seco, fresco y oscuro. Almacenado en condiciones correctas un buen chutney se conservará hasta dos o tres años. Se permitirá que madure durante 2-3 meses como mínimo antes de consumirlo.

## Figura 21

*Ejemplo de chutney*



## **CAPÍTULO XI**

### **PROCESO TECNOLÓGICO DE AZÚCARES Y DERIVADOS**

## 11.1 Azúcar

Azúcar es una sustancia de sabor dulce y cristalina que se encuentra de forma natural en diversas plantas, especialmente en la caña de azúcar y la remolacha azucarera. Es ampliamente utilizada como edulcorante en la industria alimentaria y como endulzante en la preparación de alimentos y bebidas.

Existen varios tipos de azúcar, entre ellos:

**Azúcar de caña:** Producido a partir del jugo extraído de la caña de azúcar. Es el azúcar más comúnmente utilizado y está disponible en forma de azúcar blanco refinado, azúcar moreno o azúcar sin refinar.

**Azúcar de remolacha:** Producido a partir de la remolacha azucarera. Tiene características similares al azúcar de caña y es ampliamente utilizado en la industria alimentaria.

**Azúcar de coco:** Producido a partir de la savia de las flores de coco. Es una alternativa natural al azúcar refinado y tiene un sabor distintivo a caramelo.

**Azúcar de palma:** Producido a partir de la savia de las palmas de azúcar. Tiene un sabor similar al azúcar moreno y se utiliza en muchas preparaciones culinarias.

Además de estos tipos de azúcar, existen productos derivados del azúcar que se obtienen mediante procesos de transformación. Algunos de ellos son:

**Melaza:** Es un subproducto del proceso de refinamiento del azúcar. Tiene un sabor intenso y se utiliza en la preparación de alimentos y bebidas, como en la fabricación de caramelos y rones.

**Jarabe de maíz:** Se obtiene a partir del almidón de maíz y se utiliza ampliamente como edulcorante en la industria alimentaria.

**Azúcar invertido:** Se obtiene mediante la hidrólisis del azúcar común en sus componentes básicos (glucosa y fructosa). Es utilizado en la producción de alimentos y bebidas para mejorar la textura y evitar la cristalización.

**Azúcar glas:** Es azúcar en polvo fino que se utiliza principalmente para decorar postres y repostería.

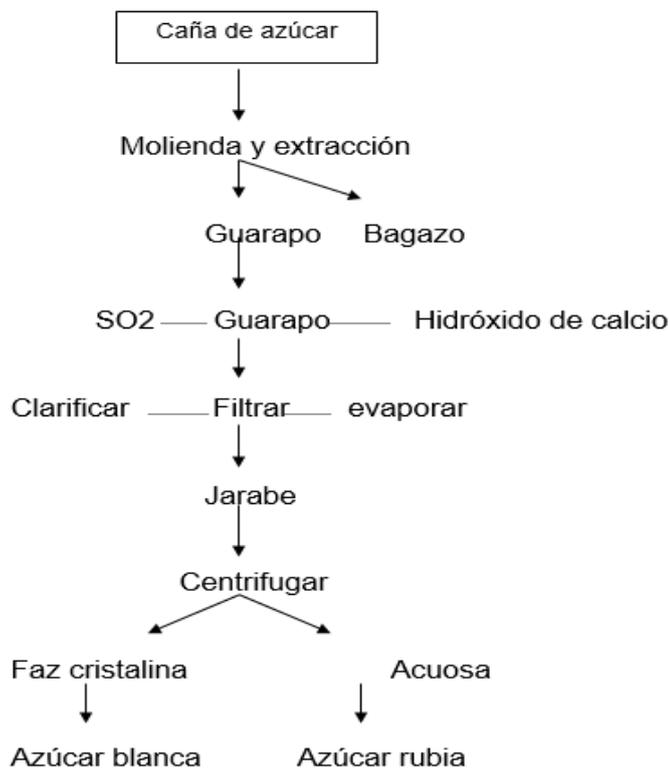
Su fermentación puede producir etanol, butanol, glicerina, ácido cítrico y ácido levulínico.

## 11.2 Procesamiento tecnológico del azúcar

Después de ser cosechada, la caña de azúcar se transporta rápidamente a los ingenios en un plazo máximo de 48 horas. Este proceso de transporte rápido se realiza para evitar que ocurra una conversión parcial de la sacarosa presente en el tallo. Esta conversión parcial puede ocurrir debido a la acción de enzimas y resulta en la hidrólisis de la sacarosa, transformándola en una mezcla de glucosa y fructosa, conocida como azúcar invertida. Al enviar la caña de azúcar a los ingenios dentro de este plazo, se minimiza la posibilidad de esta conversión y se asegura que la sacarosa se mantenga en su forma original para su posterior procesamiento.

**Figura 22**

*Flujo del procesamiento del azúcar*



Descripción del proceso de elaboración del azúcar:

- a) **Materia prima:** La materia prima puede ser caña de azúcar y remolacha.
- b) **Molienda y extracción:** Comienza en el trapiche constituido por tres grandes cilindros sobrecalentados que le sustraen un 75% del peso, extrayéndole un líquido oscuro al que se le denominada “guarapo”.
- c) **Guarapo y bagazo:** Queda aquí un remanente que es la porción vegetal no extraíble al que se le denomina bagazo. Antiguamente se lo utilizaba solamente como combustible. Hoy sirve como materia prima para la fabricación de papel y cartón o fibra. El guarapo es tratado de tal manera que se pueda aislar la mayor cantidad posible de sacarosa purificada.
- d) **Clarificar, filtrar, evaporar, y centrifugar:** El guarapo se somete a tratamientos, como:
  - Se procede al agregado de SO<sub>2</sub> sulfitado. Al igual que en esas circunstancias: se produce una inhibición de enzimas hidrolíticas y ciertos grados de decoloración.
  - Se agrega hidróxido de calcio (lechada de cal calentado). Sirve para neutralizar la acidez, precipita proteínas y se combina con el SO<sub>2</sub> produciéndose una sal insoluble que de esa manera es posible restar del medio que es el sulfito de calcio. Para ello se filtra quedando un líquido mucho más claro. Junto con la lechada de cal puede agregarse también bentonina, carbón animal, que son absorbentes de pigmento y que son también separados en la filtración. Se consigue de esta manera una mayor decoloración.
  - Se comienza una evaporación paulatina por medio de evaporadores colocados en serie. Cada uno de ellos tienen una presión negativa más baja que el anterior, de manera que la solución de azúcares es muy densa, no se debe de elevar demasiado la temperatura como para provocar la caramelización, así puede existir una efectiva evaporación sin alcanzar temperaturas de ebullición.

- Se separan de manera más pronunciada los cristales de azúcar de la fase acuosa. En este punto, se forman dos fases distintas: una compuesta por cristales de azúcar y otra consistente en una solución acuosa. La fase cristalizada puede ser completamente deshidratada mediante un proceso de evaporación a baja presión y temperatura, lo que da como resultado la obtención de azúcar blanca. Por otro lado, la fase acuosa se somete a un proceso de refinamiento adicional que implica su dilución, decoloración y repetición del proceso, hasta obtener azúcar de alta calidad (azúcar de primera) y una fracción adicional con un tono más oscuro, conocida como azúcar rubia o morena.

### 11.3 Procesamiento tecnológico de la miel

La miel es un producto natural dulce elaborado por las abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de las plantas que las abejas recolectan, transforman y almacenan en los panales de la colmena. Es ampliamente conocida y utilizada como edulcorante natural en alimentos y bebidas.

#### **Clasificación**

La clasificación de la miel se basa en diferentes criterios, como su origen floral, su proceso de extracción y su grado de pureza. A continuación, se detallan los tipos de clasificación más comunes:

- **Según su origen floral:** La miel puede ser monofloral o multifloral. La miel monofloral proviene predominantemente del néctar de una única especie de planta, lo que le confiere características organolépticas y aromáticas específicas. Por otro lado, la miel multifloral se obtiene a partir del néctar de varias especies de flores y tiene un sabor y aroma más generalizado.
- **Según su proceso de extracción:** La miel puede ser líquida o cristalizada. La miel líquida es aquella que se encuentra en estado fluido y puede verterse fácilmente, mientras que la miel cristalizada ha experimentado un

proceso natural de solidificación, adquiriendo una textura más densa y granulada.

- **Según su grado de pureza:** La miel puede ser pura o adulterada. La miel pura es aquella que no ha sido sometida a ningún proceso de mezcla o adición de sustancias, manteniendo su composición natural. Por otro lado, la miel adulterada ha sido modificada mediante la adición de azúcares, jarabes u otros ingredientes, lo que afecta su calidad y autenticidad.

Es importante destacar que la clasificación de la miel puede variar en diferentes países o regiones, y existen otras categorías y denominaciones específicas basadas en aspectos como el color, la textura y el contenido de polen.

### Composición química

La miel es una sustancia compleja que contiene una variedad de componentes químicos naturales. Su composición química puede variar ligeramente según el tipo de flor de la cual se obtuvo y las condiciones ambientales. A continuación, se detallan los principales componentes químicos presentes en la miel:

- **Azúcares:** Los azúcares son el componente principal de la miel. La sacarosa, la fructosa y la glucosa son los azúcares más abundantes. La fructosa y la glucosa representan aproximadamente el 70-80% de los azúcares totales presentes en la miel, mientras que la sacarosa está presente en menor cantidad.
- **Agua:** El contenido de agua en la miel varía generalmente entre el 17% y el 20%. El bajo contenido de agua contribuye a la estabilidad y la larga vida útil de la miel, ya que limita el crecimiento de microorganismos.
- **Compuestos orgánicos:** La miel contiene una variedad de compuestos orgánicos, como ácidos orgánicos (ácido cítrico, ácido málico, ácido láctico), aminoácidos, enzimas, vitaminas del complejo B, ácido ascórbico (vitamina C) y compuestos fenólicos. Estos compuestos contribuyen a las propiedades antioxidantes y beneficiosas para la salud de la miel.

- **Minerales:** La miel contiene pequeñas cantidades de minerales esenciales como hierro, calcio, magnesio, zinc, potasio, fósforo y selenio. La cantidad de minerales puede variar dependiendo de la fuente floral de la miel.
- **Compuestos fenólicos:** La miel contiene compuestos fenólicos, como flavonoides y ácidos fenólicos, que tienen propiedades antioxidantes y contribuyen a los beneficios para la salud asociados con la miel.

**CAPÍTULO XII**  
**PROCESO TECNOLÓGICO DE**  
**PRODUCTOS NUTRITIVOS**  
**A PARTIR DE CULTIVOS ANDINOS**

## 12.1 Cultivos andinos

Los cultivos andinos son definidos como los alimentos de origen vegetal producidos en la zona sur del Perú, esencialmente son denominados granos andinos nativos por el importante aporte nutritivo. Dentro de estos pseudocereales podemos mencionar a la quinua, la cañihua, la kiwicha, y entre otros la maca.

### **Productos nutritivos**

La versatilidad del uso de los granos andinos, es amplia, se puede constituir en parte importante de la materia prima. En el mercado se encuentran los siguientes productos; néctares, expandidos, pastas o fideos, extruidos. En la gastronomía se usan como platos gourmet.

## 12.2 Procesamiento tecnológico de cultivos andinos

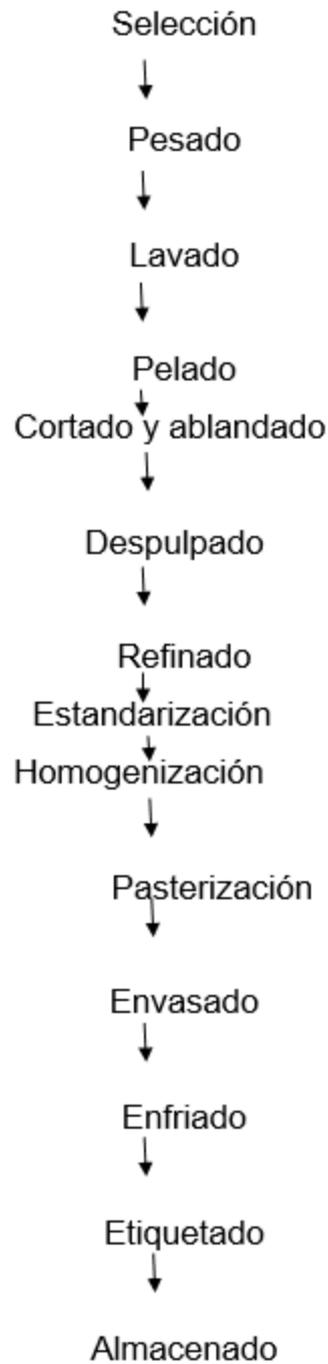
Los cultivos andinos son considerados como una parte de la formulación del néctar donde reemplaza una fracción de la fruta según su consistencia y combinación de color dentro de estas se considera las más conocidas como la maca, quinua, kiwicha, cañihua, etc. para no complicar el proceso de limpieza de estos cultivos se empleará los productos sometidos a procesos de limpieza.

## 12.3 Néctar

El néctar a partir de granos andinos con frutas, es una presentación versátil de estos productos. La elaboración es a través de la formulación dilución adecuada de granos, frutas y componentes secundarios, que permiten obtener un producto nutritivamente aceptable e inocua.

**Figura 23**

*Flujo del procesamiento del néctar mixto de naranja con quinua y maca*



El proceso de elaboración del néctar con cultivos andinos es el siguiente:

1. **Selección y pesado de ingredientes:** Se seleccionan las frutas adecuadas para la elaboración del néctar. Las frutas deben estar maduras, sanas y frescas, sin signos de deterioro, se eliminan aquellas que presenten contaminación por microorganismos.
2. **Lavado y preparación:** Las frutas se lavan cuidadosamente para eliminar cualquier suciedad o residuo. Luego, se pelan, se descorazonan y se trocean en pequeños pedazos para facilitar su procesamiento.
  - **Inmersión:** La inmersión es un proceso que generalmente se realiza como tratamiento previo a otros lavados. Consiste en sumergir la fruta en agua, y es importante cambiar el agua constantemente para evitar que se convierta en un agente contaminante a lo largo del tiempo.
  - **Agitación:** En este método, la fruta se transporta a través de una corriente continua de agua. La fruta se agita dentro del agua para eliminar la suciedad y los residuos. Este proceso ayuda a limpiar la fruta de manera efectiva.
  - **Aspersión:** La aspersión es un método ampliamente utilizado en plantas de alta capacidad de producción debido a su eficiencia. Consiste en rociar agua sobre la fruta mediante rociadores. Se deben tener en cuenta diversos factores, como la presión, el volumen y la temperatura del agua, la distancia de los rociadores a la fruta, la carga del producto y el tiempo de exposición. Estos parámetros se ajustan cuidadosamente para garantizar una limpieza óptima de la fruta.
3. **Extracción del jugo:** Los trozos de fruta se someten a un proceso de extracción para obtener el jugo. Esto puede hacerse mediante métodos de prensado, triturado o mediante el uso de extractores de jugo.
4. **Filtrado:** El jugo obtenido se filtra para eliminar cualquier pulpa, semillas u otros sólidos no deseados. Esto se hace para obtener un néctar de textura suave y libre de partículas sólidas.
5. **Adición de ingredientes adicionales:** En esta etapa, se pueden agregar otros ingredientes según la receta específica de néctar. Esto puede incluir

azúcar, agua, ácido cítrico u otros aditivos para mejorar el sabor, la acidez o la conservación del néctar.

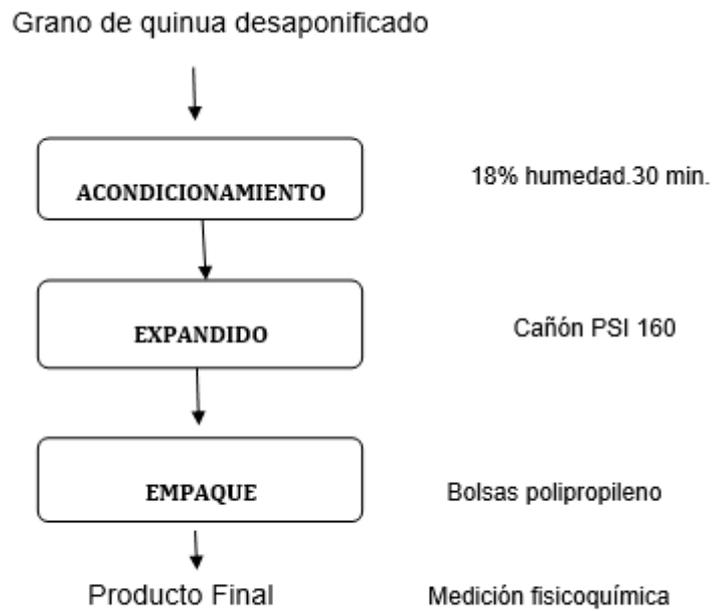
6. **Mezclado y homogeneización:** Los ingredientes se mezclan y se homogeneizan para garantizar una distribución uniforme de los sabores y para lograr la consistencia deseada del néctar.
7. **Pasteurización:** El néctar se somete a un proceso de pasteurización para eliminar cualquier microorganismo que pueda causar deterioro o enfermedades. La pasteurización se realiza mediante el calentamiento del néctar a una temperatura controlada y luego se enfría rápidamente para evitar la proliferación de microorganismos.
8. **Envasado:** El néctar pasteurizado se envasa en recipientes adecuados, como botellas o latas, que se sellan herméticamente para mantener la frescura y la calidad del néctar. Se etiquetan correctamente con la información del producto y se preparan para su distribución.
9. **Almacenamiento:** Los envases de néctar se almacenan en un lugar fresco y seco, protegidos de la luz solar directa y fuentes de calor. Se debe evitar la exposición a temperaturas extremas, ya que esto puede afectar la calidad y vida útil del producto. Además, se debe asegurar que los envases estén bien sellados para evitar la contaminación y mantener la frescura del néctar.

#### 12.4 Expandidos

Los expandidos a partir de granos andinos, son una novedosa presentación, permite su consumo directo o con yogurt, así mismo la elaboración de diversos productos, como las barras energéticas.

**Figura 24**

*Flujo del procesamiento de expandidos de quinua*

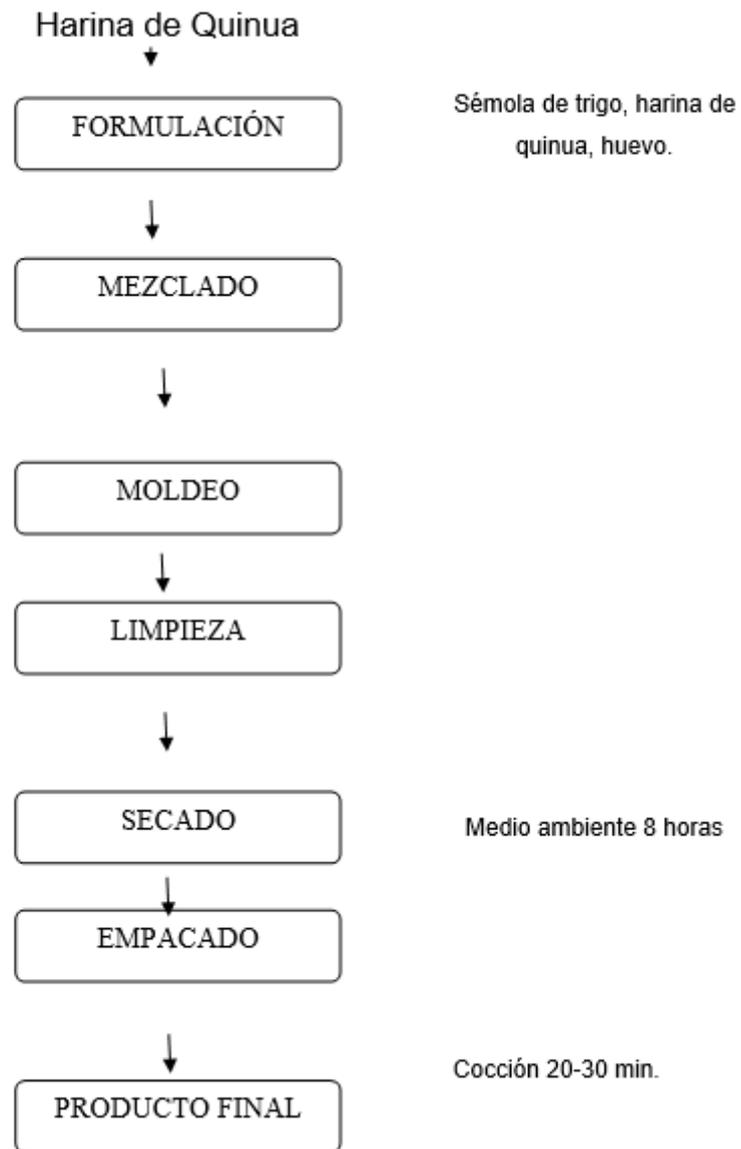


### 12.5 Fideos de quinua

Se elaboran fideos o pastas, a partir de una formulación con harina de trigo. Son alimentos de una densidad calórica elevada. El aporte proteico es importante, dado que existe una adecuada complementación aminoacídica.

**Figura 25**

*Flujo del procesamiento de fideos de quinua*



## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M, R. (1997). *Microbiología de los Alimentos*. Edit. Acribia.
- AMIOT (1991). *Ciencia y Tecnología de la Leche*. Editorial Acribia. España.
- AOAC (1990). *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC: Washington DC*.
- Cahley, F. (2002). *Tecnología de los Alimentos*. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. México.
- Carrasco, A, R. (1998). *Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y de Granos Andinos*. Lima - Perú.
- Cheftel, J. (1998). *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos*. Edit. Acribia. España
- Desrosier, N. (1994). *Elements of food Technology*. Avi Publishing Company, INC.
- Desrosier, N.W. (1993). *The Technology of food Preservation*. Avi Publishing Company, Inc.
- Fellow, P. (1991). *Tecnología del Proceso de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza - España.
- Heldman, D. & Hartel, R. (1998). *Principles of food processing*. A Chapman & Hall Food Science Book.
- Kent, L. (1987). *Tecnología de los Cereales*. Edit. Acribia. España. / LACERCA, Alberto (1990): "Industrialización Casera de frutas y Hortalizas". Edit. Albaros. Argentina.
- Lewicki, P. (2002). *Ingeniería y Procesamiento de Alimentos*. Universidad de Varsovia. Polonia.
- Mazza, G. (1998). *Functional Foods. Biochemical & Processing Aspects*. Technomic Publishing Co, Inc.
- Mujica, A. & Jacobsen, S. (1999). *Tecnología de poscosecha de granos andinos: Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)*. I Curso taller sobre Producción, Comercialización y Uso de la Quinoa para Agricultura de la Zona de Iquique, Chile. CONADI, Puno, Perú.
- Muller, H.G., & Tobin, G. (1999). *Nutrición y Ciencia de los Alimentos*. Edit. Acribia.
- Rodríguez, E. (2002). *Ingeniería de la Industria Alimentaria. Operaciones de conservación de alimentos*. Editorial Síntesis. Madrid.

Schmidt, H. (1984). *Carne, Productos Cárnicos, Tecnología y Análisis*. Fundación Chile.

Tapia, M. (1997). *Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile

Este libro se terminó de publicar en la editorial

**Instituto Universitario  
de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú**





ISBN: 978-612-5069-82-5



EDITADA POR  
INSTITUTO  
UNIVERSITARIO  
DE INNOVACIÓN CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA INUDI PERÚ