

Libros de **Cátedra**

# Técnica dietética

## Transformaciones físico-químicas de los alimentos

Ximena Barcia, Leticia Barcellini, Araceli Lebrero,  
Jazmín Apesteguía y Brenda Pappalardo

**n**  
naturales

FACULTAD DE  
CIENCIAS MÉDICAS

  
EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA

# TÉCNICA DIETÉTICA

## TRANSFORMACIONES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ALIMENTOS

Ximena Barcia  
Leticia Barcellini  
Araceli Lebrero  
Jazmín Apesteguía  
Brenda Pappalardo

Facultad de Ciencias Médicas



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA

  
EduLP  
EDITORIAL DE LA UNLP

*A nuestras familias*  
*A nuestras compañeras de cátedra*  
*A los estudiantes*  
*A la Universidad Nacional de La Plata*

# Agradecimientos

A la Licenciada Verónica Correa quien con su colaboración nos ayudó a organizar los temas del programa de esta asignatura para poder plasmarlos en este libro de cátedra, con el fin de contribuir al aprendizaje significativo de los estudiantes.

A la Licenciada Soledad Lucero, quien fue la docente a cargo de la asignatura en los comienzos de la carrera, siendo quien sentó las bases de los contenidos de Técnica Dietética.

A la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad Nacional de La Plata por brindarnos la oportunidad de poder crear este libro de cátedra.

A Editorial de la Universidad Nacional de La Plata por concretar la publicación de nuestro libro de cátedra.

# Índice

**Introducción** \_\_\_\_\_ 8

**Presentación** \_\_\_\_\_ 9

**Prólogo** \_\_\_\_\_ 10

## **PRIMERA PARTE**

### **Características esenciales de la Técnica Dietética que comparten los sistemas alimentarios**

#### **Capítulo 1**

Bases físicas y químicas para el manejo de los alimentos \_\_\_\_\_ 12

*Ximena Barcia*

#### **Capítulo 2**

Agua \_\_\_\_\_ 21

*Ximena Barcia*

#### **Capítulo 3**

Sistemas alimentarios \_\_\_\_\_ 27

*Ximena Barcia*

#### **Capítulo 4**

Hidratos de Carbono \_\_\_\_\_ 34

*Brenda Pappalardo*

#### **Capítulo 5**

Proteínas \_\_\_\_\_ 51

*Leticia Barcellini*

#### **Capítulo 6**

Lípidos \_\_\_\_\_ 59

*Araceli Lebrero*

## **Capítulo 7**

Procedimientos en la elaboración de alimentos \_\_\_\_\_ 77

*Araceli Lebrero*

## **Capítulo 8**

Evaluación sensorial \_\_\_\_\_ 101

*Jazmín Apesteguía*

## **SEGUNDA PARTE**

### **Sistemas alimentarios simples con base vegetal**

## **Capítulo 9**

Cereales \_\_\_\_\_ 113

*Brenda Pappalardo*

## **Capítulo 10**

Harinas \_\_\_\_\_ 127

*Brenda Pappalardo*

## **Capítulo 11**

Legumbres \_\_\_\_\_ 141

*Jazmín Apesteguía*

## **Capítulo 12**

Semillas \_\_\_\_\_ 151

*Jazmín Apesteguía*

## **Capítulo 13**

Vegetales y frutas \_\_\_\_\_ 160

*Leticia Barcellini*

## **Capítulo 14**

Condimentos, hierbas y especias \_\_\_\_\_ 175

*Araceli Lebrero*

## **Capítulo 15**

Infusiones \_\_\_\_\_ 184

*Araceli Lebrero*

## **Capítulo 16**

Bebidas alcohólicas \_\_\_\_\_ 198

*Ximena Barcia*

## **Capítulo 17**

Agua y bebidas analcohólicas \_\_\_\_\_ 205

*Jazmín Apesteguía*

## **TERCERA PARTE**

### **Sistemas alimentarios simples con base animal**

## **Capítulo 18**

Leche \_\_\_\_\_ 217

*Jazmín Apesteguía*

## **Capítulo 19**

Huevo \_\_\_\_\_ 226

*Ximena Barcia*

## **Capítulo 20**

Carnes \_\_\_\_\_ 240

*Leticia Barcellini*

## **CUARTA PARTE**

### **Sistemas alimentarios complejos**

## **Capítulo 21**

Distintos sistemas alimentarios complejos: helados, salsas, sopas y subproductos lácteos \_\_\_\_\_ 258

*Brenda Pappalardo, Ximena Barcia y Jazmín Apesteguía*

**Bibliografía ampliatoria** \_\_\_\_\_ 273

**Las autoras** \_\_\_\_\_ 274

# Introducción

El estudio de los alimentos y de la alimentación en sí, son los ejes a partir de los cuales se estructura la profesión del licenciado en Nutrición cualquiera sea el ámbito en el que el profesional desempeñe su tarea; su capacidad para proveer soluciones adecuadas tiene que ver siempre con el conocimiento que de ellos tenga.

La Técnica Dietética, como saber en sí, es un desafío, ya que es lo que diferencia al licenciado en Nutrición de otros profesionales de la salud cuando hablamos de alimentos. Es una de las áreas más específicas de la formación del profesional de la Nutrición.

Este espacio estudia la naturaleza de los alimentos y las modificaciones que experimentan durante su preparación y cocción, desde el punto de vista de la preservación y optimización del valor nutritivo y sanitario para ser aplicados a la nutrición humana. Durante el recorrido de la asignatura estudiaremos la composición química y las reacciones físicas y químicas de los alimentos y su función en un sistema alimentario.

La preparación de alimentos es una ciencia, pero también es un arte. Es una ciencia ya que a través de diferentes procedimientos podemos modificar los alimentos con fines específicos como facilitar su digestión, asegurar su calidad higiénica y conservar el valor nutritivo. Es un arte porque podemos usar esos mismos procedimientos para mejorar las características de los alimentos de manera que resulten aceptables y de buena calidad sensorial para quien los consuma.

## Incumbencias del Rol profesional

Dentro de las mismas y en lo que a Técnica Dietética se refiere, podemos citar la de decidir sobre los métodos y procedimientos para seleccionar, preparar y distribuir alimentos. Con este fin es que nos preguntaremos:

- ¿Cómo se pueden lograr estos objetivos?
- ¿Qué procedimientos son los más adecuados?
- ¿Cuáles son los criterios que se utilizan para la elección de estos procedimientos?
- ¿Cuáles son las principales modificaciones según los procedimientos aplicados?
- ¿Cómo lograremos elaborar preparaciones nutritivas y de buena calidad?

Estas son algunas de las preguntas que luego de atravesar este recorrido estaremos en condiciones de responder como futuros profesionales de la Nutrición; preguntas que solo los licenciados en Nutrición podemos contestar con la debida justificación y el adecuado sustento científico a los pacientes, a otros profesionales del equipo de salud, al personal de cocina y a la población en general.

*Las autoras*

# Presentación

Técnica Dietética se ubica en el 2º año del plan de estudios de la carrera Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata.

La asignatura trata el estudio de los alimentos y sus transformaciones sucedidas como consecuencia de la aplicación de procedimientos mecánicos, físicos, químicos y biológicos, con el objetivo de preservar y optimizar el valor nutritivo y sanitario de los mismos, para ser aplicados a la nutrición humana.

La propuesta de este libro radica en que la cátedra carece de bibliografía específica por tratarse de una asignatura que combina la física y química con los alimentos, tanto como los procesos y resultados que de allí se derivan.

Hasta este momento, y en pos de cumplir con los contenidos mínimos requeridos en la asignatura, hemos utilizado como bibliografía obligatoria, textos extraídos de cinco libros diferentes.

Por lo antedicho, surge la necesidad de crear un único libro de cátedra, que compile estos conceptos, orientado a la formación del futuro licenciado en Nutrición, el cual contemple los contenidos teóricos como base de los contenidos prácticos.

Con la experiencia reunida como docentes universitarias y esencialmente al haber desarrollado la asignatura íntegramente en forma virtual; nos propusimos como objetivo formular un libro único que reúna el material de estudio de la cátedra en un solo texto con los conceptos teóricos necesarios destinado a la formación del licenciado en Nutrición. Así mismo podrá ser utilizado por estudiantes cuyas carreras tengan, en su plan curricular, asignaturas en las que se estudien las estructuras químicas y las características físicas de los alimentos; como también las modificaciones y los procesos que éstos experimentan.

Deseamos sea un material de utilidad para aquellos estudiantes que lo necesiten en su formación profesional.

*Ximena Barcia*

# Prólogo

El presente libro está dividido en cuatro partes para un desarrollo claro de los conceptos abordando cada uno de los temas con una mayor precisión y especificidad siguiendo los lineamientos de la asignatura.

En la primera parte se abordan las características esenciales de la Técnica Dietética que comparten los diferentes sistemas alimentarios. Aquí se incluyen los conceptos principales de las bases físicas y químicas para el manejo de los alimentos y el agua; ya que constituyen los cimientos para el estudio de los sistemas alimentarios. Así mismo y a modo de repaso, se incorporan los principios nutritivos: carbohidratos, proteínas y lípidos. El Capítulo 7 abarca los procedimientos que se utilizan en la elaboración de los alimentos (mecánicos, físicos, químicos, biológicos e higiénico-sanitarios) y para finalizar el Capítulo 8 comprende la evaluación sensorial tanto subjetiva como objetiva de los alimentos, de forma tal que el estudiante incorpore la terminología necesaria para describir los distintos sistemas alimentarios.

En la segunda parte se encuadran los sistemas alimentarios simples que tienen base vegetal. Esta sección engloba temas como cereales y las harinas que se realizan con ellos; legumbres; semillas; vegetales y frutas; condimentos, hierbas y especias; infusiones; y concluye con bebidas, tanto alcohólicas como no alcohólicas por tener éstas en su composición ingredientes de origen vegetal.

En la tercera parte, se ubican los sistemas alimentarios simples con base animal, como leche, huevo y carnes.

La cuarta parte de este libro engloba distintos sistemas alimentarios complejos, tanto del reino vegetal como animal, a través de los cuales podemos ver representada la fusión de las características físico-químicas de los sistemas alimentarios vistos en capítulos anteriores.

De este modo, con este libro de cátedra dividido en cuatro partes, se aborda el programa completo de la asignatura, proponiendo el mismo como punto de partida del material de estudio destinado a los estudiantes de la carrera de Nutrición y afines.

*Ximena Barcia*

## **PRIMERA PARTE**

---

**Características esenciales de la técnica dietética  
que comparten los sistemas alimentarios**

# CAPÍTULO 1

## Bases físicas y químicas para el manejo de los alimentos

*Ximena Barcia*

En Técnica Dietética los alimentos son nuestro objeto de estudio, los consideramos “la materia” compuesta por diferentes sustancias; por lo tanto, los sistemas materiales que vamos a analizar, son los sistemas alimentarios, que pueden ser tanto homogéneos como heterogéneos. Y si consideramos a los alimentos como sistemas en estudio, el o los recipientes que los contienen, así como cualquier elemento auxiliar que posibilite el manejo o modificación de los mismos, constituirá el entorno. Como ejemplo de entorno podemos citar el recipiente o los elementos que se utilizan para batir las claras de huevo a punto nieve (ver Capítulo 19) y cómo influyen en este procedimiento.

### Estados de la materia

Primero repasaremos los estados físicos de la materia y los cambios de estado de la misma. Para esto aclaramos que **materia** es todo aquello que ocupa espacio y posee masa; y **cuerpo** es una porción limitada de esa materia.

Si hablamos de los estados de agregación de la materia, decimos que son la manifestación del grado de ordenamiento de las moléculas en una sustancia y están relacionados con la capacidad de un cuerpo de poseer o no, una forma y un volumen propio.

Según este orden la materia puede presentarse en estado sólido, líquido o gaseoso y de acuerdo a las condiciones de presión y temperatura a las cuales se le someta, se produce el cambio de estado. La energía calórica es la responsable de estos cambios, aportando calor se transforma el hielo en agua y ésta en vapor. Eliminando calor sucede el proceso inverso.

### Sólido

Es el estado de agregación que presenta un cuerpo, cuando posee forma y volumen propio. Las moléculas o átomos de una sustancia están ordenados espacialmente siguiendo un patrón repetitivo (hielo: hexagonal, sal: cubos). Este ordenamiento depende de la naturaleza de cada sustancia y en algunos casos, de las condiciones en que se ha formado el cristal.

Los átomos vibran en las moléculas de un sólido, pero su energía es muy baja, por lo tanto, se mantienen unidos.

Los cambios de presión no afectan el volumen de los sólidos por los que se dice que son incompresibles.

## Líquido

Es el estado de agregación que presenta un cuerpo cuando posee volumen propio, pero no forma propia, es decir que adopta la del recipiente que lo contiene. Las moléculas vibran con mayor energía y ya no pueden mantenerse en un lugar en particular, aunque siguen cohesionadas entre ellas.

El volumen de los líquidos tampoco cambia apreciablemente con los cambios de presión, de modo que al igual que los sólidos, son prácticamente incompresibles.

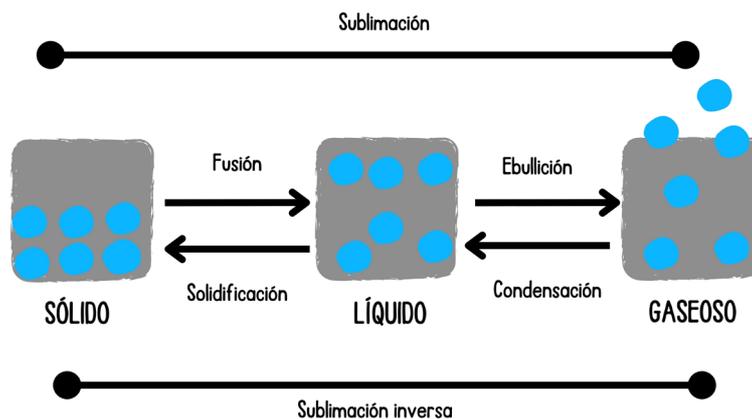
## Gaseoso

Se presenta cuando la sustancia no posee forma ni volumen propio, adoptando la forma del recipiente que la contiene. Las moléculas ocupan todo el espacio disponible para ellas.

El volumen sufre apreciables cambios con las variaciones de presión y temperatura.

Como dijimos antes, en los estados de agregación de la materia, la energía calórica es la responsable de estos cambios de estado y así surgen:

**Esquema 1.1. Cambios de estado de la materia.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia, adaptado de Koppmann, M. Nuevo Manual de Gastronomía Molecular: El encuentro entre la ciencia y la cocina, apéndice 2.

## Propiedades físicas y químicas de los sistemas materiales

Los sistemas materiales se nos manifiestan a través de propiedades, es decir, a través de cualidades que impresionan nuestros sentidos o a los instrumentos de medida. Así podemos diferenciar el azúcar de la sal, etc. Esas propiedades pueden ser físicas o químicas.

Entre las propiedades físicas podemos mencionar: estado físico (sólido, líquido, gas), punto de fusión, molienda, trituración, estiramiento, deformación, propiedades organolépticas (color, sabor, olor), densidad, temperatura de ebullición, solubilidad, dureza, conductividad eléctrica, conductividad calorífica y calor latente de fusión.

Las propiedades físicas no cambian la composición de la materia. Estas pueden ser **extensivas**, cuando dependen de la cantidad de materia de un cuerpo, mientras mayor masa o mayor tamaño tenga el cuerpo o sistema, mayor será la proporción de esa propiedad, por ejemplo, el peso o el volumen de la materia; o **intensivas** cuando no dependen de la masa, son aquellas que se van a mantener inalterables aunque la cantidad de materia varíe, por ejemplo color, sabor, olor, densidad, temperatura de ebullición, punto de fusión, etc.

Por el contrario propiedades químicas describen el comportamiento de un sistema cuando se producen cambios en su composición: reacción química, combustión, oxidación, reducción, entre otras. Como ejemplos podemos mencionar el almidón en la salsa blanca o el azúcar en un almíbar.

**Tabla 1.1.** Características de los fenómenos físicos y químicos.

Fenómenos físicos	Fenómenos químicos
<b>Pueden repetirse con la misma porción de la materia tantas veces como se desee.</b>	No pueden repetirse con la misma porción de materia.
<b>El cambio que sufre la materia no es permanente. No se observan alteraciones en la composición química, o sea no se observan transformaciones de unas sustancias a otras.</b>	Se producen cambios en la composición química del sistema material, hay transformación de sustancias, en ocasiones, permanentes.
<b>Ejemplo: hielo</b>	<b>Ejemplo: caramelo</b>

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## Materia

Está compuesta de diferentes sustancias de muy variada naturaleza y estructura, una de cuyas funciones es la de transformarse en energía, ya sea para la producción de calor o para la realización de un trabajo.

La energía brindada por los alimentos es energía química, producto de la ruptura de enlaces diversos entre átomos de igual o diferente clase. La unidad en que se expresa es la

Kcal (1000 calorías) o el Kjoule (1000 Joules), especialmente si es utilizada para cálculos nutricionales (1 Kcal = 4,18 Kj).

## Energía

La energía de la materia puede ser:

- energía química: la brindada por los alimentos, producto de la ruptura de enlaces diversos entre átomos (Kcal).
- energía potencial: la energía que es capaz de producir algún tipo de trabajo (por ejemplo: un objeto antes de caer).
- energía cinética: es la resultante del movimiento de partículas (por ejemplo: el mismo objeto arrojado y chocando contra un cristal que logra romper).

Los sistemas alimentarios que van a ser objetos de estudio en Técnica Dietética deberán ser consumidos previa realización de algún tipo de modificación, desde la higiene o lavado de los mismos hasta el sometimiento de operaciones unitarias o procesos más complejos; entendiéndose como complejo la suma de operaciones unitarias (ver Capítulo 7).

Si por ejemplo, realizamos un puré, el proceso de obtención es la secuencia ordenada de operaciones como:

- lavado
- pelado
- cortado
- introducción en agua a ebullición
- mantenimiento de la ebullición
- filtrado o escurrido
- triturado o pisado
- condimentado

## Conceptos básicos

Para poder interpretar las transformaciones que sufren los alimentos y plantearse objetivos alimentarios es imprescindible conocer las propiedades físicas y químicas de los sistemas alimentarios. Para esto vamos a definir previamente una serie de conceptos:

- Masa y peso
- Sustancia
- Densidad
- Peso específico
- Viscosidad
- Tensión superficial

- Presión de vapor
- Calor y temperatura
- Calor específico
- Calor de fusión
- Calor de vaporización

## Masa

La unidad de masa es el kilogramo masa, del cual existen múltiplos y submúltiplos: la tonelada, el decigramo, el miligramo, el microgramo, etc.

Los alimentos son la materia objeto de estudio en Técnica Dietética. La materia posee masa y la forma de medir o de cuantificar los ingredientes y los componentes de un sistema alimentario es midiendo masa. Por ende, también la composición química es informada en unidades de masa.

Para totalizar la cantidad de ingredientes de un sistema, todas las cantidades deberán estar expresadas en unidades de masa.

El instrumento que permite medir masa es la balanza. El uso de medidas caseras se reserva para educación alimentaria, la evaluación de la ingesta y/o las porciones de los rotulados de alimentos.

La masa es constante en toda la superficie terrestre, dado que es la cantidad de materia que tiene un sistema en estudio. No está influida por la temperatura ni por la presión.

## Peso

El peso es una fuerza, por lo tanto, se mide en Newton y resulta de la atracción terrestre, por lo que a diferentes latitudes varía.

$$P = m \times G$$

Donde P=peso, m=masa, G= aceleración de la gravedad o fuerza G

Es una fuerza de trayectoria vertical, cuyo punto de aplicación es el centro de masa de un objeto.

Es común que se confunda masa con peso. El instrumento de medición es el dinamómetro.

## Sustancia

Es cada una de las clases de materia que componen un sistema. Por ejemplo: si tenemos una muestra de aceite, 100 g de aceite es el sistema en estudio constituido por materia; las sustancias que lo componen son diferentes triglicéridos. A su vez al hidrolizar un triglicérido se

observa una molécula de glicerol y tres moléculas de ácidos grasos. Cada una de estas moléculas representa una sustancia compuesta ya que posee átomos diferentes.

Las sustancias pueden ser puras, como el H<sub>2</sub>O, el alcohol etílico, la acetona o el ácido linoleico o no; como el petróleo, el aceite de oliva, de girasol, etc.

## Densidad

La densidad de una sustancia es la razón entre la cantidad de materia y el volumen que ocupa. La utilidad de esta magnitud es conocer el espacio que ocupa una determinada cantidad de la materia en estudio.

Los gases varían su densidad en función de la temperatura. Los sólidos y los líquidos también lo hacen, pero en menor grado, como es lógico, debido a la disposición más ordenada de las moléculas, ya que el aumento de temperatura implica aumento de energía cinética.

En el caso de los gases es evidente la variación del volumen con la temperatura ya que el aumento de energía cinética de las moléculas es más grande a medida que se entrega calor, por lo que la expansión del mismo muestra claramente el fenómeno. Para corroborar esto en sistemas alimentarios, basta con observar detenidamente el aumento de volumen de un bizcochuelo al ser horneado.

## Peso específico

Se define como la razón entre el peso de una sustancia y el volumen que ocupa.  
 $Pe = P \text{ del cuerpo} / \text{volumen del cuerpo}$ .

## Viscosidad

Se define como la resistencia que presenta un líquido a fluir. Esta resistencia está dada por el roce entre las capas del líquido y las paredes del recipiente que lo contiene.

Todos los fluidos presentan viscosidad y ésta es inversamente proporcional a la temperatura. La viscosidad implica calidad sensorial en alimentos que deben tener consistencias cremosas, semisólidas o semilíquidas como el yogur bebible, el flan, postres lácteos, etc.

## Tensión superficial

En todo líquido, las moléculas que lo componen son atraídas por fuerzas intermoleculares en todas direcciones. En la superficie, la atracción es ejercida por las moléculas del interior, ya que

no hay moléculas del mismo líquido encima de dicha superficie libre, por lo tanto, esta zona se comporta como una película elástica.

Este fenómeno afecta significativamente el comportamiento de sistemas en donde coexisten diversos tipos de fluidos y, en particular, en la formación de espumas.

La tensión superficial es una medida de la fuerza elástica que existe en la superficie de un líquido.

La interacción de las partículas en la superficie del agua hace que ésta se comporte como una verdadera cama elástica, incluso puede soportar el peso de un insecto pequeño. La formación de la gota de agua depende de esta fuerza elástica. El agua al formar puentes de hidrógeno, tiene una tensión superficial mayor que muchas otras sustancias en estado líquido. En el caso de la administración de líquidos por goteo, la formación de la gota dependerá de la estructura química de las moléculas del líquido, por ende, de su naturaleza química, y de la temperatura del sistema. Por lo tanto, si consideramos que todos los alimentos de consistencia líquida tienen un comportamiento idéntico esto nos llevará a errores en la dosificación de nutrientes.

## Presión de vapor

Al evaporarse un líquido, el vapor que se forma ejerce presión sobre su superficie. Depende de la capacidad de las moléculas de la superficie de un líquido para superar el efecto de las fuerzas intramoleculares de atracción que las retiene en la superficie.

Al incrementarse la temperatura de una muestra de agua, su presión de vapor es cada vez mayor por aumento de la evaporación (choque de las moléculas contra la superficie líquida) hasta que el agua entra en ebullición. En este caso el equilibrio del sistema se desplaza hacia la fase vapor.

El punto de ebullición de una sustancia es la temperatura a la cual su presión de vapor es igual a la atmosférica. Por ejemplo, si usamos una olla a presión, la fuerza que deben hacer las moléculas para vencer esa presión es mayor, por lo tanto, mayor será la temperatura y menor el tiempo de cocción.

## Calor

Es una forma de energía, al transmitirse de una fuente calórica al alimento, hace que se incremente la temperatura del mismo.

La unidad de medida es la caloría (c) o la kilocaloría (kcal). La cantidad de calor de un sistema depende de la cantidad de materia del mismo, o sea de la masa.

Es la energía que fluye de un cuerpo caliente a uno frío, ese flujo continúa mientras las temperaturas de ambos cuerpos sean distintas y se interrumpe una vez que estas se igualan. Al entregar calor a un sistema alimentario, éste eleva su temperatura por incremento del movimiento de sus moléculas.

Para realizar una medición experimental de la cantidad de calor que puede ceder un alimento por ruptura de los enlaces químicos, se utiliza una bomba calorimétrica. En este equipo se realiza la combustión completa de una muestra del alimento y el calor producto de dicha combustión es cedido a una masa de agua que está en el compartimento adyacente. Dicha masa de agua incrementa su temperatura y aplicando la fórmula de cantidad de calor se conoce la cantidad de calor que puede ser cedida por la muestra en cuestión.

Esa cantidad de calor es la energía que un alimento es capaz de brindar al organismo luego de los procesos digestivos y metabólicos pertinentes.

## Temperatura

Es la medida de la energía cinética molecular. Mediante ese valor es posible conocer el “grado de calor” de un cuerpo mediante una escala termométrica. Al entregar calor a un sistema alimentario, éste eleva su temperatura por incremento del movimiento de sus moléculas.

La cantidad de calor que posee un cuerpo depende de su masa, la temperatura no depende de ésta.

Hay varias escalas para medir la temperatura y esta se mide en grados. La más común es la *Celsius* o de grados centígrados. También está la de grados *Fahrenheit* o la de grados *Kelvin*. La escala de *Celsius* por ejemplo, determina a 100 °C el punto de ebullición del agua pura y a 0 °C como el punto de congelación del agua pura. Se divide en 100 partes y cada una representa 1 °C.

## Calor específico

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 g de sustancia de 15 °C a 16 °C. Se mide en calorías.

Caloría: cantidad de energía calórica que es necesaria para elevar 1 °C la temperatura de 1g de agua.

Es un valor que depende de la sustancia y de la cantidad de la misma. Diferentes cantidades de la misma sustancia poseen diferente “capacidad” de absorber energía calorífica (o calórica).

Al tratar de aumentar 1 °C la temperatura de un alimento, la cantidad de energía que debe entregarse variará según la masa del alimento. A mayor materia, mayor energía. Cada sustancia tiene un valor específico. Por ejemplo, el agua (en estado líquido) necesita 1 Kilocaloría por gramo para aumentar 1 °C, se expresa así: 1 Kcal/g °C. En el aceite de oliva es 0,47 Kcal/g °C.

## Calor de fusión

Es la cantidad de energía cinética que las moléculas de un sólido deben ganar para vencer el orden continuo impuesto por las fuerzas de atracción. Por ejemplo, al incrementar la temperatura del hielo, dejándolo a temperatura ambiente, el mismo perderá su estado sólido y cambiará a líquido.

## Calor de vaporización

Es la cantidad de energía cinética que necesitan las moléculas en estado líquido para vencer su atracción mutua y separarse en moléculas individuales, alejándose unas de otras (característica de las moléculas gaseosas).

Es la energía calórica necesaria para convertir al estado gaseoso 1 g de agua en su punto de ebullición, a presión atmosférica.

Este proceso es más violento que la fusión; por lo que, en general, el calor de vaporización es mayor que el calor de fusión.

## Referencias

- Garda, M. R. (2016). *Técnicas del manejo de los alimentos*. Capítulo 2: Bases físicas y químicas. Editorial Eudeba.
- Kabbache, D. M. (2019). *Técnica dietoterápica avanzada: diseño, análisis y reformulación de sistemas alimentarios para fines especiales*. Capítulos 2 y 3. Editorial Akadia.
- Koppmann, M. (2015). *Nuevo Manual de Gastronomía Molecular: El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Apéndice 2. Editorial Siglo XXI.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulos 1: Sistemas alimenticios y Capítulo 2: Agua. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

# CAPÍTULO 2

## Agua

*Ximena Barcia*

### **Su importancia**

El agua es el componente principal de casi todos los alimentos, así como también es el componente primordial de nuestro cuerpo. Es allí en donde ocurren las distintas reacciones metabólicas en nuestras células, donde se ordena el resto de las moléculas componentes de los alimentos y el medio en el que ocurren las transformaciones dentro de los alimentos durante el procesamiento y la cocción. Además es el disolvente universal, a partir de ella se producen las reacciones biológicas esenciales para la vida.

El agua influye en la apariencia de frutas y verduras otorgándoles una textura frágil (ya que el 80 a 95 % de su composición es agua); es la responsable de la turgencia característica de las células vegetales que está dada por la vacuola (orgánulo celular de gran tamaño que almacena sustancias acuosas más o menos concentradas). Además, otorga sabor y participa en la preparación de los alimentos dispersando ingredientes. Influye también en la estructura de frutas, verduras y carnes interviniendo en la apetencia y es responsable de su aptitud para el deterioro (métodos de preservación mediante el descenso de la “disponibilidad de agua”, como deshidratación, congelación o grandes concentraciones de azúcar o sal para disminuirla (ver más adelante, Distribución del agua en los alimentos, en este mismo Capítulo).

Dentro de las funciones del agua podemos decir que es un medio para la transferencia de calor en la preparación de los alimentos; al mismo tiempo que es un medio de dispersión para soluciones, suspensiones, dispersiones coloidales y emulsiones (ver Capítulo 3).

### **Estructura y propiedades fisicoquímicas del agua**

El agua tiene una estructura única. Cuando el agua está en estado líquido, todo el tiempo hay atracciones de tipo puente de hidrógeno formándose y rompiéndose entre sus moléculas y manteniéndola cohesionada intensamente. Cada molécula de agua puede establecer 4 puentes de hidrógeno con otras moléculas de agua, como ocurre en el hielo. Los puentes de hidrógeno son los responsables de las características particulares del agua. Gracias a ellos, a pesar de ser una molécula pequeña (de bajo peso molecular), el agua tiene un punto de ebullición y de fusión tan alto.

Como dijimos anteriormente, debido a la formación de estructuras tridimensionales mediante puentes de hidrógeno, el agua muestra propiedades muy particulares, como el hecho de que su punto de ebullición sea de 100 °C a una presión externa de 1 atmósfera. Por otra parte, su elevado calor latente de vaporización (energía necesaria para transformar un kilogramo de agua en vapor) a 100 °C, es sumamente elevada (2,260 kJ/g). Este alto valor indica que se necesita mucha energía para quitar el agua de los alimentos como ocurre en los procesos de deshidratación, o que la vaporización de pequeñas cantidades de ella es suficiente para sustraer mucho calor (sensación de frío que sentimos cuando tenemos el cuerpo mojado). El proceso inverso al de la evaporación es la condensación, proceso exotérmico que libera una cantidad de calor elevada. Esta propiedad se utiliza, por ejemplo en las usinas lácteas.

El calor específico del agua (cantidad de energía necesaria para aumentar en un grado Celsius la temperatura de un gramo de sustancia) es especialmente elevado (4,186 kJ/kg). Esto ocurre porque para lograr aumentar ese grado de temperatura, parte de la energía debe usarse para romper los puentes de hidrógeno presentes. Si se comparan las temperaturas que alcanzan el agua y el aceite calentados de la misma manera durante el mismo tiempo se advierte que este último alcanza mayor temperatura que el agua. La aplicación de esta misma propiedad del agua es la que permite soportar bajas temperaturas y regular la temperatura del cuerpo humano, pues provoca que el agua absorba el calor cuando hay cambios bruscos externos, sin afectar la temperatura interna; en forma semejante, también, hace que los mares y los océanos actúen como reguladores térmicos de nuestro planeta.

Debido a su estructura química, la molécula de agua se comporta como un dipolo; en consecuencia, para que las moléculas se alejen entre sí venciendo las fuerzas de atracción, aumentando la energía cinética, es necesario mayor cantidad de energía, lo que se traduce en un incremento de temperatura. La presencia en el agua de un elevado momento dipolar se aplica para calentar alimentos en el microondas pues al producir oscilación y fricción permanente en las moléculas, se induce un aumento de la temperatura (ver Capítulos 1 y 7).

## Propiedades coligativas

Se llaman propiedades coligativas a aquellas propiedades de una solución que dependen únicamente de la cantidad de partículas de soluto disueltas en el agua por cada kilogramo de solvente que se emplea. No dependen de la naturaleza ni del tipo de soluto disuelto. Entre ellas encontramos: la presión de vapor, el descenso crioscópico, el ascenso ebulloscópico y la presión osmótica.

### Presión de vapor

Es la presión, para una temperatura dada, en la que la fase líquida y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico, es decir el número de moléculas que pasan de la fase líquida a la gaseosa en un recipiente cerrado, es el mismo número que pasa del estado gaseoso al líquido. Su valor

es independiente de las cantidades de líquido y vapor presentes mientras existan ambas. La presión de vapor saturado depende de:

- la naturaleza del líquido
- la temperatura
- la concentración de soluto en el líquido

### **Descenso crioscópico**

Es la disminución de la temperatura de congelación del agua (0 °C a presión atmosférica normal), por la presencia de sales disueltas o electrolitos, que comprometan las moléculas de agua por uniones puente de hidrógeno (por ejemplo el mayor enfriamiento que experimentan las bebidas cuando se agrega sal común de cocina en el recipiente con hielo en el que se las coloca; también el hielo con sal usado en algunas máquinas fabricadoras de helados).

### **Ascenso ebulloscópico**

Es el valor del aumento de la temperatura de ebullición normal del agua por efecto de solutos disueltos (por ejemplo, la temperatura a la que comienza a ebullición un almíbar, superior a los 100 °C, a presión atmosférica).

### **Presión osmótica**

Hace referencia a la fuerza impulsora que se genera a través de una membrana permeable (por ejemplo, la de una célula cuando la concentración de sales a ambos lados es diferente). En este caso aparece una fuerza por unidad de superficie (presión osmótica) de modo tal que promueve el pasaje a través de la membrana de sal en un sentido y agua en el otro tratando de igualar las concentraciones a ambos lados.

## **Distribución del agua en los alimentos**

Cuanto mayor es el contenido de agua de un alimento, mayor es su vulnerabilidad. Es decir mayores son los cuidados que se deben tener para poder consumirlos sin que se conviertan en un riesgo desde el punto de vista bromatológico. Por lo general estos alimentos, conocidos como de “alto riesgo” deben ser manipulados respetando una cadena de frío (desde su obtención hasta su consumo no pueden estar fuera de los límites de temperaturas seguras (4 °C en caso de refrigerado y -18 °C en caso de frizados). En situación diferente se hallan los alimentos de “bajo riesgo”, como es el caso de galletitas, fideos secos, etc., los que sí pueden conservarse a temperatura ambiente en condiciones adecuadas de higiene. El elevado contenido de agua de los alimentos de alto riesgo (leches, carnes, verduras, etc.) permite que en ella puedan disolverse los compuestos necesarios para el desarrollo de todo tipo de microorganismos, los que, por su

sola presencia o por la posibilidad de producir toxinas, pueden causar enfermedades alimentarias tales como intoxicaciones. Los alimentos con alto contenido acuoso tienden a perder humedad hacia el ambiente: por el contrario, aquellos de bajo porcentaje de agua tienden a humedecerse. Esto se produce hasta que el estado sea estacionario y se alcance un equilibrio.

## Agua ligada y agua libre: actividad de agua

Una de las maneras de lograr mayor seguridad en los alimentos es reduciendo la cantidad de agua que está disponible. Esto conduce a tener que diferenciar entre contenido de agua de un alimento y actividad de agua. Por contenido de agua se entiende cuánta agua tiene presente el alimento sin importar de qué manera se halla realmente presente en él. Actividad de agua, en cambio, es la cantidad de agua “libre”, es decir que no está comprometida, formando por ejemplo, puentes de hidrógeno con partes de la estructura del alimento o disolviendo iones como en el caso de la sal (cloruro de sodio) o azúcar (como la sacarosa) o ácidos (como el acético en el vinagre). En estos últimos casos, si bien es cierto que el agua está presente en el alimento, está siendo requerida por iones y partes polares de algunas moléculas. Esto hace que disminuya su disponibilidad para disolver sustancias útiles para el desarrollo de microorganismos. El agua no se encuentra “libre” sino “ligada”.

Otra posibilidad para regular la cantidad de agua de un alimento es deshidratarlo, quitándole el agua por calor como por medio del secado (tomates, ciruelas negras, orejones de durazno), la evaporación (leche condensada, leche evaporada), agregando sal (jamones, bacalao), agregando vinagre (*pickles*), etc. También una combinación de congelamiento y evaporación sin pasar por el estado líquido (**liofilización**) puede ser una alternativa aunque resultan muy costosos (algunos cafés instantáneos).

Si el contenido de agua de alimentos con alta cantidad de agua libre no se puede reducir por alguno de los métodos vistos antes, se emplea el calor con lo cual se logra la destrucción de bacterias patógenas (por ejemplo pasteurización de leche) o de todas las bacterias (por ejemplo esterilización de leche a Ultra Alta Temperatura, UAT). En el caso de los productos pasteurizados deben conservarse de igual modo preservando la cadena de frío.

Técnicamente se define la actividad de agua ( $a_w$ ), como el cociente entre la presión de vapor del agua de una solución o un alimento ( $P_s$ ) y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura ( $P_o$ ).

$$A_w = P_s / P_o$$

Este valor oscilará entre cero (alimento sin agua libre) y uno (agua pura). Cuanto más cercano a cero sea el valor de la actividad de agua de un alimento, más seguro será éste y cuanto más cercano a uno, más vulnerable.

En la siguiente tabla se presenta un conjunto de alimentos y sus valores de actividad de agua.

**Tabla 2.1. Alimentos y su Actividad de agua.**

Alimento	Actividad de agua ( $A_w$ )
Agua pura	1,00
Verduras	0,97
Huevo	0,97
Pan	0,94
Mermelada	0,86
Frutas secas	0,73
Galletitas	0,35

*Nota.* Fuente: adaptación de Rembado, M. y Sceni, P. Química de los alimentos. Capítulo 1.

De acuerdo con estos valores, vemos que las galletitas tienen una actividad acuosa que se halla alrededor de 0,35 mientras que para las verduras ese valor es de 0,97. Se conoce bien que las galletitas pueden conservarse mucho tiempo en un recipiente en la cocina o en paquetes a temperatura ambiente (son alimentos no perecederos) mientras que las verduras son muy delicadas y deben conservarse a temperaturas bajas y aún así, su vida útil es muy corta (son alimentos perecederos).

Por otra parte si a una verdura se la transforma en encurtido (*pickle*), el vinagre agregado reduce su actividad acuosa y hace que se lo pueda consumir durante más tiempo, sin que se descomponga. No es lo mismo, un trozo de zanahoria en ensalada que un trozo de zanahoria como *pickle*.

## Humedad de los alimentos

La humedad presente en los alimentos tiende a equilibrarse con el medio ambiente, perdiendo o ganando agua según la Humedad relativa ambiente que es la relación entre la presión de vapor de la humedad del aire y la del agua pura a la misma temperatura. Es por este comportamiento que se debe regular la humedad relativa ambiente en el almacenamiento de los alimentos o utilizar un envase que evite el intercambio.

Los alimentos con alto contenido acuoso tienden a perder humedad hacia el ambiente; mientras que aquellos con bajo porcentaje de agua tienden a humedecerse. Esto se produce hasta que se alcance un equilibrio. Como ejemplo podemos citar las galletitas tipo *crackers* envasadas en paquete que, una vez abierto éste, y dependiendo de la humedad relativa del ambiente en que nos encontremos, se humedecerán perdiendo así su calidad de crujiente o crocante.

## El agua y el congelamiento de los alimentos

El proceso de congelamiento y la manera en que se lo conduce condicionan los procesos de conservación de los alimentos, así como también la retención o no de los caracteres organolépticos y funcionales al descongelarlos. La velocidad de congelamiento determina la formación y

localización de los cristales de hielo. Por ejemplo, en el caso de las carnes, cuando se hace rápidamente, se producen muchos cristales pequeños tipo aguja a lo largo de las fibras musculares. Por el contrario, si se disminuye la temperatura en forma lenta, se induce un menor número de cristales pero de mayor tamaño, de tal manera que cada célula contiene una masa central de hielo. El congelamiento lento es más dañino que el rápido ya que afecta mayormente la membrana celular y además genera cristales intermoleculares que tiene la capacidad de unir las células e integrar grandes agregados.

Muchas veces el agua asociada a determinados alimentos, como es el caso de una salsa blanca, sufre cambios que generan procesos irreversibles en los alimentos y la incapacidad de recuperar sus propiedades organolépticas iniciales. Cualquiera que ha tratado de colocar en el frízer un resto de salsa blanca sabe que, al retirarla, se encuentra con un producto imposible de retomar a sus características iniciales.

## Dureza del agua

El agua puede tener gases disueltos como oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono y minerales. La dureza del agua se atribuye a la presencia de iones magnesio y calcio que forman sales insolubles. Las diferentes sales disueltas en las aguas duras son bicarbonatos, cloruros, sulfatos de calcio y magnesio. Si calentamos el agua dura precipitarán los carbonatos pero las sales de cloruro y sulfatos quedan en solución a pesar de la ebullición aportando sabor amargo al agua.

El agua blanda se reconoce si se produce espuma con pequeñas cantidades de jabón; por el contrario es agua dura si la producción de espuma es limitada.

Esta característica hace que en la cocción de los alimentos en donde el agua es el medio de transferencia de calor surjan algunos inconvenientes como cocción incompleta, turbidez en algunas infusiones, etc.

## Referencias

- Garda, M. R. (2016). *Técnicas del manejo de los alimentos*. Capítulo 3: Agua. Editorial Eudeba.
- Koppmann, M. (2015). *Nuevo Manual de Gastronomía Molecular: El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Apéndice 2. Editorial Siglo XXI.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 2: Agua. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- Rembado & Sceni. (2009). *Química en los Alimentos*. Capítulo 1. Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

# CAPÍTULO 3

## Sistemas alimentarios

*Ximena Barcia*

Como se menciona en el Capítulo 1, en Técnica Dietética los alimentos son nuestro objeto de estudio. Desde esta perspectiva podemos definirlos como un conjunto de compuestos químicos que poseen características nutritivas o no, con color, gusto, olor y/o textura propia y poseen distintas propiedades funcionales cuando son o forman parte de un sistema alimentario. Por lo tanto, el concepto de alimento en este contexto se completa con la definición de **sistema alimentario**: es un alimento o un conjunto de ingredientes que se combinan en diversas proporciones con el propósito de obtener un producto final deseable, luego de ser sometido a diferentes operaciones durante su tratamiento.

Los sistemas alimentarios de acuerdo al tamaño, interacción y propiedades de las partículas que los componen se clasifican en sistemas homogéneos y heterogéneos.

### Sistema alimentario homogéneo

Es el sistema formado por cuerpos de iguales propiedades intensivas. Se entiende por propiedades intensivas a las que dependen de la calidad de la materia del cuerpo considerado (y no de la cantidad). Ejemplos: olor, gusto, densidad, punto de fusión, punto de ebullición (ver Capítulo 1).

Dentro de los sistemas homogéneos podemos encontrar sustancias puras o soluciones:

- Sustancia pura: es toda sustancia homogénea que no puede ser separada mediante métodos físicos de fraccionamiento en otras de diferente propiedades intensivas. Ejemplos: azúcar refinada, agua destilada.
- Solución: es toda sustancia homogénea que sí puede ser separada mediante métodos físicos de fraccionamiento en otras de diferentes propiedades intensivas. El fraccionamiento puede ser por destilación, cristalización, extracción, etc. Las partículas disueltas en una solución verdadera tienen un tamaño que oscila entre 0,1 y 10 nanómetros. El agua disuelve sustancias tales como sal, azúcar, vitaminas hidrosolubles y minerales. Si el solvente es el agua, se habla de soluciones acuosas. Por solubilidad se entiende la cantidad máxima de soluto que puede ser disuelta por un determinado solvente. Varía con la presión y con la temperatura. Es un dato cuantitativo. Las moléculas o iones en solución se denominan soluto y el medio en donde están disueltos, solvente. Ejemplo: agua y azúcar o agua y sal.

Según la relación que mantengan el soluto y el solvente las soluciones pueden ser:

- Soluciones ordinarias: son aquellas en las cuales la concentración de soluto es menor que el máximo admisible, es decir, es la que contiene una cantidad de soluto menor que la que el solvente puede disolver a esa presión y temperatura.
- Soluciones saturadas: son aquellas en las cuales la concentración del soluto es la máxima admisible, es decir, es la que contiene la máxima cantidad de soluto que el solvente puede disolver a esa presión y temperatura.
- Soluciones sobresaturadas: son aquellas en las que la concentración del soluto es mayor que el máximo admisible. Por eso son soluciones inestables que tienden a separar el soluto.

Entre los factores que afectan la solubilidad de un soluto en un determinado solvente se encuentran: a) el tamaño de las partículas del soluto; b) la naturaleza física del soluto; c) la naturaleza física del solvente; d) la temperatura; y e) el grado de agitación del soluto y del solvente.

## Sistema alimentario heterogéneo

Es el sistema formado por cuerpos de distintas propiedades intensivas. Las dispersiones son un tipo de mezclas heterogéneas en las cuales una o más fases de una multitud de partículas pequeñas llamada **fase dispersa** está finamente dividida y distribuida en la otra, llamada **fase continua o dispersante**.

Si las partículas son de mayor tamaño y pueden separarse por filtración o decantación, la dispersión se llama **dispersión macroscópica o grosera**. En este sistema las partículas se observan a simple vista. Con el tiempo, las dispersiones groseras tienden a separarse por efecto de la gravedad: las partículas dispersas sedimentan si tienen mayor densidad que la fase continua o flotan si tienen menor densidad. Algunos ejemplos son: té en hebras, sopa de fideos, y sopa de verduras.

Si las partículas dispersas son muy pequeñas y no pueden ser separadas por filtración, se llama **dispersión fina** y de acuerdo con el tamaño de las mismas, pueden ser **no coloidales o coloidales**.

Cuanto menor es el tamaño de las partículas dispersas, mayor es el tiempo que tardan en separarse. Es por ello que las dispersiones coloidales, que tienen partículas muy pequeñas, son muy estables en el tiempo.

## No coloidales

Son los que **pueden ser observados en un microscopio óptico**. Están formados por partículas de entre 10 a 0,1 micrones. Dentro de las dispersiones no coloidales que podemos encontrar en sistemas alimentarios se pueden distinguir las suspensiones.

## Suspensiones

La fase dispersa es sólida (puede ser en polvo o en pequeñas partículas no solubles) y la fase continua es líquida. Un ejemplo es la leche chocolatada que es una suspensión en la cual el cacao está disperso en la leche. Como el cacao tiene un tamaño mucho mayor que las caseínas de la leche, esta dispersión es grosera y con el tiempo sedimenta. Para evitar estos problemas que hacen a la aceptabilidad de los alimentos por los consumidores, el tecnólogo alimentario, en conjunto con el resto de los profesionales que se vinculan con la industria alimentaria, desarrolla sustancias químicas y procesos que impiden, en este caso, la sedimentación del cacao y permiten la buena estabilidad de la leche chocolatada en el tiempo.

## Coloidales

Son aquellos cuyas partículas **no pueden observarse en microscopio óptico** porque su tamaño oscila entre 10 y 100 nanómetros. Cuanto menor sea el tamaño en las suspensiones coloidales, mayor estabilidad y más transparencia tendrá el sistema. A simple vista, no podemos diferenciar las fases, y si lo dejamos en reposo no se va a separar (a diferencia de una suspensión en donde sí van a separarse las fases). Sin embargo si utilizamos una ultracentrifugadora podremos aislar y diferenciar las fases que lo forman, algo que no va a pasar en una solución verdadera. Dentro de las dispersiones coloidales que podemos encontrar en sistemas alimentarios se pueden distinguir las emulsiones, las espumas, los soles y los geles.

## Emulsiones

En este tipo de dispersiones, una de las fases es un aceite o una grasa y la otra fase es acuosa. Hay dos tipos de emulsiones:

- emulsiones aceite en agua: la fase dispersa (gotitas) es aceite y la fase continua es acuosa, como la mayonesa y la crema de leche.
- emulsiones agua en aceite: la fase dispersa es acuosa y la fase continua es una grasa, como la manteca y la margarina.

El objetivo en una emulsión es conseguir que gotitas muy pequeñas de uno de los líquidos (fase dispersa) queden suspendidas en el otro (fase continua) y que esta mezcla permanezca estable en el tiempo, es decir que primero debemos lograr separar el líquido en pequeñas gotas y luego evitar que esas gotas vuelvan a juntarse. Decimos entonces que hay dos opciones: rodear las gotas de alguna sustancia que se repela consigo misma o lograr que la fase continua sea lo suficientemente espesa como para frenar el movimiento de las gotas evitando así que vuelvan a juntarse.

En una emulsión hay tres componentes: la fase dispersa, la fase continua y además puede existir un tercer elemento encargado de mantener las gotitas separadas entre sí, que se conoce como emulsionante. Estos tienen la particularidad de ser afines a ambas fases de la emulsión.

Tienen una parte de la molécula afín al agua y otra parte afín al aceite o grasa; por lo tanto rodean las gotas de aceite manteniéndolas suspendidas en agua y evitando que se junten.

### **Espumas**

Las espumas son dispersiones en las cuales la fase dispersa son burbujas de gas o de aire y la fase continua puede ser líquida (merengue) o sólida (bizcochuelo). Para que se forme una espuma es necesario incorporar el aire a la preparación mediante el batido.

Si hablamos de la función de una espuma en un sistema alimentario consiste en incorporar y retener el aire en la preparación hasta que el plato sea consumido, esto le otorga al plato livianidad, sutileza y la cualidad de desaparecer suavemente en la boca. En algunas preparaciones podemos observar los alvéolos de aire retenido como en los merengues o en el sambayón; en otras están ocultos como en los helados y en los budines; sin embargo, la receta sería un fracaso sin ellos.

En la elaboración de toda espuma hay dos puntos críticos, por un lado, cómo lograr incorporar el aire y, por otro, de qué manera o a través de qué sustancia es posible retenerlo. Dentro del líquido por lo general existen sustancias capaces de asociarse al aire y estabilizar la formación de la espuma. A medida que se avanza en la incorporación de aire, la mezcla se hace más firme y las burbujas son cada vez más pequeñas. El aumento de esta firmeza se debe a que como las burbujas están cada vez menos separadas entre sí, hay menos capa de líquido entre ellas y por lo tanto toda la mezcla puede moverse menos. Las sustancias capaces de asociarse al aire más habituales en las preparaciones son las proteínas y los fosfolípidos. Entre estas proteínas encontramos algunas presentes en la clara de huevo, las lipoproteínas de la yema, algunas de la leche y la gelatina.

### **Soles**

Es una dispersión coloidal de un sólido (fase dispersa) en un líquido (fase dispersante). El sólido atrapa agua, lo cual da textura y viscosidad a la preparación, es decir que la vuelve más espesa. Las sustancias que pueden formar soles serán aquellas moléculas grandes capaces de asociarse con el agua para disminuir la fluidez. Si hablamos de sistemas alimentarios, a través del calentamiento convertimos en soles preparaciones como la crema inglesa o la salsa blanca. En el caso de la crema inglesa las proteínas de la yema, al desnaturalizarse, atrapan agua y logran que la crema sea espesa; mientras que en una salsa blanca el almidón (ya sea de la harina o del almidón de maíz) se asocia al agua al calentarse (esto sucede tanto dentro como fuera de los gránulos) y así se obtiene una preparación con cuerpo y textura. Podemos decir entonces que tanto en las proteínas del huevo como en el almidón de maíz estamos en presencia de macromoléculas, es decir moléculas muy grandes que al ser calentadas tienen la habilidad de atrapar agua; y así formar soles modificando la consistencia de una preparación.

## Geles

Es una dispersión coloidal de un líquido (fase dispersa) en un sólido (fase dispersante). Los geles presentan una densidad similar a los líquidos, sin embargo su estructura se asemeja más a la de un sólido. En estas estructuras la fase líquida está atrapada e inmovilizada en una red o malla tridimensional formada por el gelificante. Las sustancias gelificantes son aquellas que forman geles y pueden ser químicamente muy distintas en su origen pero sin embargo, todas tienen la particularidad de ser moléculas largas que, al asociarse entre sí, generan la estructura que contendrá el agua. La fase sólida que retiene al líquido (agente gelificante) puede ser entonces un polisacárido (almidón, pectina, agar agar, goma carragen o carragenatos, ver Capítulo 4) o una proteína (gelatina, proteínas del huevo).

Algunos geles serán reversibles, esto quiere decir que, si se pierde la estructura de gel, se puede volver a formar; y otros no, dependiendo de cómo actúan las moléculas entre sí. Por ejemplo: al cocinar las proteínas de la clara de huevo se forma un gel y se vuelve un sólido elástico pero este proceso no puede volverse atrás, es decir que forma un gel irreversible. En cambio, la gelatina de frutas forma un gel reversible en función de la temperatura a la que se encuentre: si la dejamos fuera de la heladera en un día de calor perderá su estructura a medida que aumenta la temperatura hasta convertirse en un líquido; y si la volvemos a enfriar recuperará su estructura de gel.

Como ejemplo de geles se encuentran distintos postres preparados a partir de polvos que se disuelven en agua o leche, por ejemplo:

- la gelatina, que se disuelve en agua caliente y posteriormente se enfría en la heladera.
- los postres de almidón o maicena, los cuales se disuelven en leche, se cocinan unos minutos y luego se enfrían.
- los postres tipo flan, que contienen gomas alimenticias como el carragenato (ver Capítulo 4) y se preparan de igual forma que los postres de almidón.

## Tipos de coloides

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

- Coloides liófilos: son aquellos en los que la fase dispersa atrae a la fase dispersante. Son viscosos, estables y su tensión superficial es inferior a la del medio dispersante, por lo que produce espuma al agitarse. Tienen la capacidad de agregarse formando una red y pueden retener agua dentro de la estructura que forman. Primero se dispersan formando un sol y luego pueden adquirir la consistencia de gel. Debido a su afinidad con el medio cambian su carga, positivo en un medio ácido y negativo en un medio alcalino. En la naturaleza pueden presentarse como soles (caseína en la leche), pudiendo transformarse en geles (caseína en el queso) o ser geles (actina-miosina en carnes enteras), pasando a soles (actina-miosina en salchichas).
- Coloide liófilo: La fase dispersa tiene menor afinidad con el medio por lo que no son viscosos y no forman geles. Su tensión superficial es similar a la del medio dispersante y no forman espuma por agitación. Un ejemplo son las emulsiones.

## Alimentos que presentan varias fases

Hay alimentos que están formados por dos, tres o más fases dispersas en una fase continua o dispersante. Por ejemplo, la crema de leche batida es un sistema alimenticio que presenta cuatro fases:

- Fase dispersa: gotitas de grasa, partículas de agregados proteicos y burbujas de gas.
- Fase continua o dispersante: agua.

Muchos alimentos son sistemas coloidales o una mezcla de esos sistemas. El mejor ejemplo es la leche ya que en ella podemos reconocer: una emulsión (las gotas de grasa que están presentes en el agua), una suspensión coloidal (las proteínas se encuentran en suspensión) y una solución verdadera (ya que la lactosa y los minerales se hayan disueltos en el agua).

En el siguiente cuadro se presentan las distintas combinaciones del estado físico de la fase dispersa y la fase dispersante, con el nombre de los distintos sistemas coloidales o sistemas dispersos que se originan y ejemplos de alimentos o preparaciones.

**Tabla 3.1.** *Sistemas coloidales y ejemplos.*

Fase dispersa	Fase dispersante	Tipo de estado coloidal	Ejemplos
Líquido	Líquido	Emulsión	Leche, mayonesa, crema
Sólido	Líquido	Suspensión, dispersión, gel	Soluciones de proteínas: clara de huevo, crema inglesa. Soluciones de almidón: crema pastelera, puré de papas
Líquido	Sólido	Gel	Gelatinas, flanes
Fase dispersa	Fase dispersante	Tipo de estado coloidal	Ejemplos
Sólido	Sólido	Sol sólido	Caramelos de azúcar parcialmente cristalizada
Gas	Líquido	Espuma	Espuma de cerveza, clara de huevo batida, cremas batidas
Líquido	Gas	Aerosol	Niebla, sprays
Sólido	Gas	Aerosol	Humos
Gas	Sólido	Espuma sólida	Miga de pan, helados

*Nota.* Fuente: adaptación de Koppmann, M. Nuevo Manual de Gastronomía Molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 3.

Durante la preparación de cualquier receta, el procedimiento llevado a cabo para construir uno de estos sistemas es fundamental para la obtención del resultado final y a su vez la estabilidad de la mezcla que hemos creado, dependerá en gran medida del cuidado que pongamos en los detalles.

## Referencias

Garda, M. R. (2016). *Técnicas del manejo de los alimentos*. Capítulo 4: Sistemas dispersos. Editorial Eudeba.

Koppmann, M. (2011). *Manual de Gastronomía Molecular: El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Segunda parte. Capítulo 3, 6 y 7. Editorial Siglo XXI.

Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 1: Sistemas alimenticios. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

Rembado & Sceni. (2009). *Química en los Alimentos*. Capítulo 1. Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

# CAPÍTULO 4

## Hidratos de carbono

*Brenda Pappalardo*

### Definición

Son sustancias orgánicas, ampliamente distribuidas en la naturaleza, están formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Según su estructura, se pueden clasificar en monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

**Monosacáridos:** son los carbohidratos que no pueden ser hidrolizados en otros más simples, poseen entre 3 y 7 átomos de carbono. Estos son aldosas si poseen un grupo carbonilo (CO) en la posición 1 o cetosas si se encuentra en la posición 2. Según el número de átomos de carbono que poseen se denominan triosas (3 C), tetrasas (4 C), pentosas (5C) y hexosas (6 C). Las pentosas y las hexosas son los monosacáridos más encontrados en los alimentos. Los más conocidos son glucosa, fructosa y galactosa.

Cuando se unen dos de ellos se forma un **disacárido**, que al igual que los monosacáridos, poseen sabor dulce, son solubles en agua y son los responsables, al estar junto con las proteínas, del color y el aroma que adquieren muchos alimentos durante su cocción o procesamiento, por ejemplo, el color de la corteza del pan, del dulce de leche (Rembado & Sceni, 2009).

Los disacáridos más abundantes en los alimentos son la maltosa, la lactosa y la sacarosa.

Los **oligosacáridos**, por su parte, están constituidos entre 3 y 10 unidades de monosacáridos. Cuando la cantidad de unidades es mayor a 10, se forma un polímero llamado **polisacárido**. Estos últimos al ser moléculas grandes no pueden estimular el sensor dulce que tenemos en las papilas gustativas, por lo tanto “no son dulces ni solubles en agua, pero se utilizan ampliamente en la industria alimenticia como agentes espesantes o gelificantes, por ejemplo, en yogures, postres lácteos, polvos para preparar flanes y mousses, jaleas y mermeladas, entre otros.” (Rembado & Sceni, 2009).

## Edulcorantes calóricos

### Definición y clasificación

Son azúcares simples que se suelen utilizar, entre otras cosas, para endulzar preparaciones. Dentro de los edulcorantes calóricos más utilizados podemos describir a:

- Azúcar blanco: sacarosa refinada, la cual proviene de la caña de azúcar o la remolacha azucarera.
- Azúcar impalpable: se obtiene de la molienda del azúcar granulado a la cual se le agregan agentes antiapelmazantes.
- Jarabe de glucosa y Jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF): derivan del almidón de maíz, de su hidrólisis parcial ácida, mediante el cual primero se obtiene jarabe de glucosa y luego por acción enzimática, transformando una proporción de glucosa en fructosa: jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF). Este último es altamente utilizado en la industria alimentaria debido a su alto poder edulcorante, entre otras cosas.
- Miel: esta es elaborada por las abejas a partir del néctar de las flores, es una solución sobresaturada principalmente de fructosa. Es higroscópica por lo que puede usarse para brindar humedad en preparaciones como budines.
- Polialcoholes: entre ellos encontramos al sorbitol, manitol, xilitol, lactitol, maltitol. Los podemos encontrar entre los ingredientes de los chicles, entre otros productos.

### Propiedades de los azúcares

Dentro de las particularidades de los azúcares podemos observar que algunos son más dulces, otros se disuelven mejor, otros absorben con más facilidad el agua del ambiente; diferentes características que dan lugar a sus propiedades funcionales: poder edulcorante, higroscopicidad, solubilidad, cristalización, inversión y cristalización.

#### Poder edulcorante

Los azúcares tienen la particularidad de aportar sabor dulce, el cual es detectado por las papilas gustativas. A su vez cada uno de ellos tiene diferente intensidad de dulzor, la sacarosa se utiliza como referencia con un grado de dulzor de 100, a partir de ella se ubican los edulcorantes con mayor o menor grado de dulzura. (ver Tabla 4).

#### Higroscopicidad

Recordemos que los azúcares tienen en su molécula cadenas polihidroxiladas. Por lo que los grupos hidroxilos presentes en los azúcares permiten ligar agua mediante puentes de hidrógeno. La interacción con el agua va a ser mayor o menor dependiendo de la estructura tridimensional

(forma que posee en el espacio) de cada azúcar. La lactosa (azúcar de la leche) al tener poca afinidad por el agua se puede utilizar en recubrimientos y pastillas pues no se humedece. Mientras que el azúcar invertido y la fructosa (presente en la miel y frutas) son afines al agua, por lo que si a esta última la dejamos en contacto de la humedad atmosférica “es capaz de absorber el doble de su peso en agua en sólo 15 días”, (Rembado & Sceni, 2009).

Es importante tener en cuenta esta propiedad en preparaciones que desean mantener la humedad como por ejemplo budines.

**Tabla 4.1.** Grado de dulzor de los edulcorantes.

EDULCORANTE	GRADO DE DULZURA*	EDULCORANTE	GRADO DE DULZURA*
SACAROSA	100	RAFINOSA	1
FRUCTOSA	180	ESTAQUIOSA	10
GLUCOSA	74	GALACTOSA	32
DEXTROSA	70	ALFA D-MANOSA	32
AZÚCAR INVERTIDO	123.3	BETA D-MANOSA	Amargo
MALTOSA	32	MIEL	97
LACTOSA	16	SACARINA	30000-50000
EDULCORANTE	GRADO DE DULZURA*	EDULCORANTE	GRADO DE DULZURA*
CICLAMATO	10000	XILITOL**	90
ESTEVIÁ	30000	SORBITOL**	63
ACESULFAME K	16000	MALTITOL**	68
NEOHESPERIDINA	200000	LACTITOL**	35
ASPARTAME	16000		

\*Se refiere al poder edulcorante en forma cristalina.  
\*\* Polialcoholes disueltos en agua a 25°C.

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de: Medin, R., & Medin, S. P.

Alimentos: Introducción técnica y seguridad. Capítulo 3.

## Solubilidad

Como hemos mencionado los azúcares tienen afinidad con el agua, lo cual les permite dar cuerpo a los almíbares, impedir que parte del agua de un alimento se congele, permitiendo de esta manera una mejor textura en los helados a bajas temperaturas, además favorece la conservación de algunos alimentos disminuyendo el agua libre que queda disponible para los microorganismos.

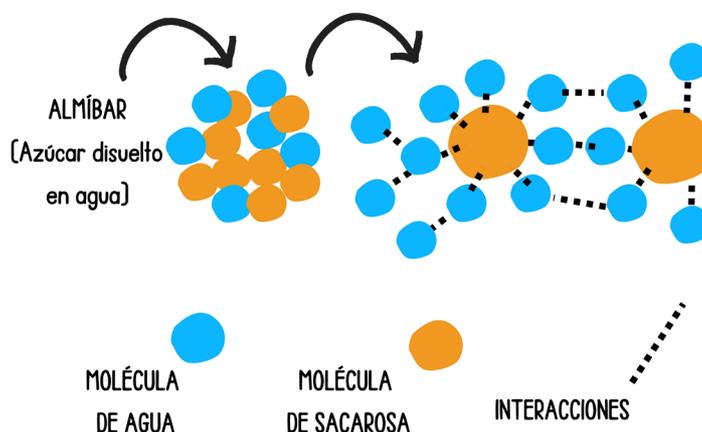
En las soluciones cada molécula de sacarosa está rodeada de moléculas de agua que interaccionan con ella, por lo cual las moléculas de sacarosa están separadas unas de otras ya que sienten más atracción por el agua que entre sí mismas. Esto explica la solubilidad de la sacarosa

en el agua. Es importante saber que la cantidad de azúcar que se va a poder disolver en determinada cantidad de agua va a depender de la temperatura de la solución, a mayor temperatura, mayor será la cantidad de azúcar (sacarosa, glucosa, fructosa, maltosa) que se podrá disolver.

“Existe una cantidad máxima de soluto que se puede disolver en el solvente, y esta cantidad depende de la temperatura de la solución. Cuando una solución llega a este punto máximo se dice que está saturada” (Ortega, 2017) (ver Capítulo 3). Este punto va a depender del soluto y del solvente, ya que por ejemplo la cantidad de sal que se puede disolver en determinada cantidad de agua es distinta que la de sacarosa.

Cuando una solución sobrepasa el punto de saturación, es decir que tenga mayor cantidad de soluto que el que pueda disolver estará sobresaturada, por lo cual el soluto excedente cristalizará. Esto es lo que debemos tener en cuenta en la preparación de los almíbares (Ver más adelante, en este mismo Capítulo, Cristalización).

**Esquema 4.1.** Solución de sacarosa en agua.



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 3.

**Tabla 4.2.** Solubilidad de los distintos azúcares.

SOLUBILIDAD DE AZÚCARES A 20 °C	
Azúcar	gramos/100 cm <sup>3</sup> de agua
Fructosa	375
Sacarosa	204
Glucosa	107
Maltosa	83
Lactosa	30

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Garda, M. R. Técnicas del manejo de los alimentos. Capítulo 5.

**Tabla 4.3. Solubilidad de los azúcares a distintas temperaturas.**

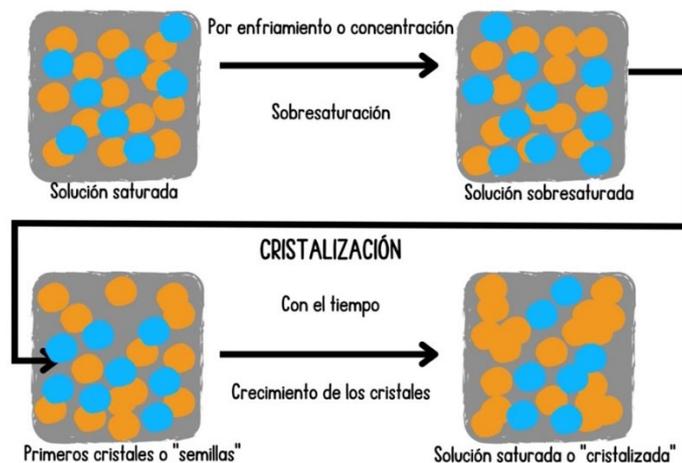
TEMPERATURA DE LA SOLUCIÓN	CANTIDAD DE AZÚCAR QUE PUEDE DISOLVERSE EN 100 g DE AGUA	PORCENTAJE DE AZÚCAR EN LA SOLUCIÓN (peso en peso)
0 °C	179.2 g	64
10 °C	190.5 g	66
20 °C	203.9 g	67
30 °C	219.5 g	69
40 °C	238.1 g	70
50 °C	260.4 g	72
100 °C	487.2 g	83
115 °C	669.0 g	87

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 3.

**Cristalización**

Los cristales son el estado sólido del azúcar, donde cada molécula de sacarosa se atrae con otras formando una estructura ordenada y repetitiva. En las soluciones, al estar rodeadas de moléculas de agua, las moléculas de sacarosa se encuentran separadas unas de otras, pero cuando por algún fenómeno se sobresatura esa solución, las moléculas de sacarosa vuelven a unirse y logran cristalizarse. Partiendo de un almíbar esto puede ocurrir porque parte del agua se evapora favoreciendo la aproximación de las moléculas de sacarosa, ya que disminuye el agua disponible para interactuar con ella; o porque la solución se enfría generando con ello la disminución de la solubilidad de la sacarosa, es decir menor interacción con las moléculas de agua y mayor interacción entre sí.

**Esquema 4.2. Cristalización del azúcar.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 3.

De manera intencional podemos favorecer la cristalización mediante:

- El movimiento: en almíbares, si se encuentran sobresaturados y revolvemos con un utensilio de cocina, favoreceremos la aproximación de las moléculas de sacarosa, y con ello la cristalización. Además, estaríamos incorporando aire, disminuyendo así la temperatura del almíbar, incrementando así la posibilidad que sobresature.
- Agregar granitos de azúcar a un almíbar sobresaturado le da a la sacarosa nuevos y grandes lugares para adherirse (por ejemplo, los “palitos de azúcar *candy*” en los cuáles al colocar un palito con cristales de sacarosa adheridos en el mismo dentro de una solución sobresaturada, se puede observar la cristalización de la sacarosa sobre el palito con el paso del tiempo).
- Irregularidades en los recipientes (rayones) ayudarán a que las moléculas de sacarosa se agrupen allí.

**Imagen 4.1.** *Cristalización del azúcar.*



*Nota.* Fuente: foto de la cátedra. Experiencia en clase: cristalización de la sacarosa a partir de revolver constantemente el almíbar.

Sustancias de interferencia: el agregado de partículas extrañas (distintas a la sacarosa) dificulta la cristalización de la sacarosa, ya que impide que las moléculas de sacarosa se unan entre sí. Para ello pueden utilizarse jarabes de glucosa o fructosa en preparaciones como almíbares para evitar el agregado de moléculas de sacarosa entre sí y de esta manera no obtener una textura áspera al paladar.

Otro ejemplo a mencionar es cuando al dulce de leche se le agregan pequeñas cantidades de glucosa para evitar la cristalización de la sacarosa, lo cual provoca una textura granulosa indeseable.

También podemos generar algo similar y evitar la cristalización al incrementar la viscosidad de la solución donde se encuentre el azúcar, en el caso de los almíbares se puede lograr concentrando la solución.

### **Inversión. Azúcar invertido**

En un almíbar a medida que se incrementa la temperatura se produce cierta hidrólisis en la molécula de sacarosa, producto del aumento de la energía cinética de las moléculas, lo que

genera que se rompa la unión entre ambos monosacáridos que la conforman y de esta forma se logra obtener glucosa y fructosa libre. Como resultado de esto se obtiene el azúcar invertido, pero es de destacar que en una cocción normal es muy escaso lo que se puede obtener producto únicamente de la acción de la temperatura, por lo cual para tener un mejor resultado, se puede utilizar el agregado de un ácido como el proveniente del jugo de limón (ácido cítrico) o ácido acético que deriva del vinagre. El agregado del ácido generará en mayor medida la hidrólisis de los enlaces que unen a la fructosa con la glucosa.

El azúcar invertido al tener fructosa, glucosa y fructosa libre, que recordemos que eran utilizadas como sustancias de interferencia para la cristalización de la sacarosa, va a ser incristalizable, más dulce y más higroscópico que la sacarosa debido a la presencia de fructosa.

Otro medio de obtención es mediante la hidrólisis enzimática (enzima invertasa), pero en este caso se debe tener en cuenta la temperatura a la que se realiza, ya que la enzima se desnaturaliza con elevadas temperaturas.

Este azúcar se puede utilizar en productos de panadería para mantener la humedad de los mismos por un tiempo más prolongado, también en los helados para evitar la cristalización de la lactosa, lo cual generaría helados arenosos.

### **Caramelización**

A partir de 160 °C la sacarosa cambia de estado sólido a líquido, si se incrementa la temperatura de este azúcar fundido, al llegar a los 170 °C comienza a caramelizar, obteniendo un producto color marrón y con cierto olor característico. Lo que ocurre es que a esa temperatura las moléculas de sacarosa comienzan a romperse en fragmentos más pequeños que la fructosa y glucosa, los cuales comienzan a reaccionar entre sí, generando compuestos amarronados, rojizos, característicos del caramelo. Estos son una mezcla de aldehídos y cetonas, entre ellos el 5 hidroximetilfurfural y el furfural.

Este constituye un líquido viscoso que al enfriarse las moléculas quedan atraídas en un conjunto desordenado llamado estado vítreo, este se utiliza para colocar en moldes de preparaciones como flanes y budines cumpliendo la función de aislante térmico para la mezcla que se cocina a baño maría.

El caramelo también se puede realizar partiendo de un almíbar, cuando este llega a los 150 °C solo le queda 1 % de agua. A los 180 °C comienza a descomponerse generando sustancias de sabor desagradable y olor irritante.

## **Edulcorantes no calóricos**

### **Definición y clasificación**

Son aquellos que tienen un alto poder edulcorante, muy superior a la sacarosa y no son metabolizados, por lo cual no aportan energía. Por este motivo es que son utilizados en la elabora-

ción de productos bajos en calorías. Algunos de ellos aportan calorías (aspartamo), pero su utilización es en cantidades tan pequeñas que su ingesta resulta despreciable, por lo que son considerados no calóricos. Entre ellos encontramos:

- **Aspartamo:** es un dipéptido, por lo que se digiere y aporta calorías. Es 200 veces más dulce que la sacarosa. No es apto para fenilcetonúricos (contiene fenilalanina), y no resiste altas temperaturas.
- **Acesulfame K:** es estable a altas temperaturas y es 200 veces más dulce que la sacarosa.
- **Ciclamato:** es 40 veces más dulce que la sacarosa. No apto para embarazadas ya que atraviesa la barrera placentaria.
- **Sacarina:** es 300 veces más dulce que la sacarosa. Es estable a altas temperaturas. No apto para embarazadas ya que atraviesa la barrera placentaria.
- **Sucralosa:** es obtenido de la modificación de la estructura molecular de la sacarosa, motivo por el cual tiende a ser uno de los endulzantes más aceptados debido a que al paladar es similar al azúcar de mesa. No se metaboliza y es 600 veces más dulce que la sacarosa. Es estable al calor.
- **Stevia rebaudiana:** es de origen natural, es un glucósido formado por una molécula de esteviol. Es 300 veces más dulce que la sacarosa y resiste altas temperaturas lo que lo hace apto para la elaboración de productos horneados. Podemos encontrarlo en forma de hoja (la planta) y utilizarlo para endulzar infusiones, por ejemplo, o procesado por la industria en presentaciones líquidas entre otras.

## Polisacáridos

Los polisacáridos son polímeros lineales o ramificados de elevado peso molecular formados por cientos o miles de monosacáridos, unidos entre sí mediante enlaces glucosídicos. Según su origen y estructura química, se los puede clasificar en almidones, celulosa y gomas vegetales (Rembado & Sceni, 2009).

Su principal utilización en los alimentos es como agente espesante o gelificante.

## Almidón

Son polisacáridos de alto peso molecular formados por monómeros de glucosa. Lo podemos encontrar en las plantas como fuente de reserva energética; por lo cual está presente en granos de cereales, legumbres, tubérculos (papa, mandioca), frutas. La industria alimentaria utiliza derivados del mismo como jarabes (JMAF) o almidones modificados.

El almidón se agrupa en estructuras llamadas "gránulos", los cuales tienen distinta morfología según el tipo de almidón (maíz, papas, trigo, etc.), que puede ser observada mediante el microscopio.

A su vez el almidón está conformado por amilosa y amilopectina, ambas formadas por monómeros de glucosa. La amilosa va a estar formada por cadenas lineales de glucosa que adquieren una conformación tridimensional helicoidal, con 6 residuos de glucosa por vuelta de hélice, mientras que la amilopectina es una molécula de alto peso molecular y presenta cadenas de glucosa con ramificaciones, ésta también se dispone en el espacio de manera helicoidal. Generalmente los gránulos de los distintos tipos de almidón presentan mayor proporción de amilopectina que de amilosa (75-25 %).

La amilosa es poco soluble en agua, va a formar geles, en las preparaciones va a otorgar una textura áspera, de aspecto opaco. Por su parte la amilopectina va a ser la responsable del hinchamiento del gránulo de almidón luego de su calentamiento, no va a retrogradar (ver más adelante en este mismo capítulo Retrogradación) y va a otorgar a las preparaciones una textura suave, con la apariencia de un chicle brillante y transparente. Esto lo podremos observar al hacer un puré de papas con un pisapapas común o con un mixer: con el primero sólo lograremos separar los gránulos de almidón por eso la textura obtenida del puré formado será áspera, de apariencia opaca y lo podremos separar fácilmente con un tenedor; mientras que si utilizamos un mixer, el puré tendrá una textura diferente ya que, al romper los gránulos de almidón, va a quedar expuesta la amilopectina, la cual dará lugar a una textura chiclosa, brillante y difícil de separar.

Según el origen encontramos almidones sin amilosa (maíz céreo) o con mayor cantidad de la misma, lo cual dará, debido a las propiedades que presenta cada una de ellas, diferentes características a las preparaciones.

**Tabla 4.4.** *Diferentes cereales y su cantidad de amilosa y amilopectina.*

**CONTENIDO EN AMILOSA Y AMILOPECTINA DE ALGUNOS ALMIDONES**

ALIMENTO	AMILOSA %	AMILOPECTINA %
PAPA	20	77
TAPIOCA	20	80
TRIGO	20	80
ARROZ	15 A 35	65 A 85
SORGO	25	75
MAÍZ	26	74
BANANA	17	83

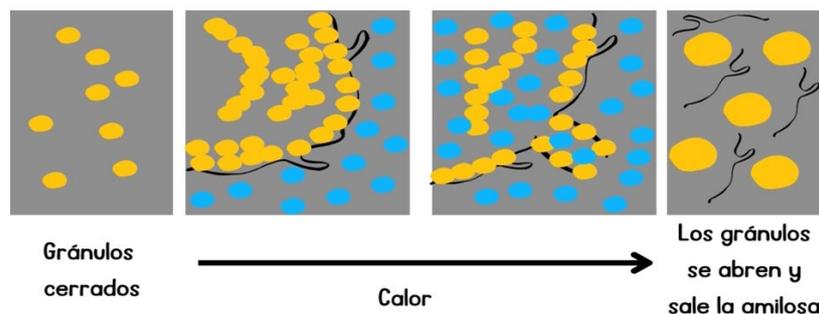
*Nota.* Fuente: elaboración propia. Adaptado de Garda, M. R.  
Técnicas del manejo de los alimentos. Capítulo 6.

Hay diferentes métodos para determinar la presencia de almidón en los alimentos y uno de ellos es con un reactivo llamado lugol. El lugol es una solución que contiene yodo, este va a

introducirse en el interior de las hélices de amilosa cambiando así las propiedades de adsorción de la luz, generando una coloración violácea. Esto responde a una reacción física y no química.

En agua fría el almidón presenta poca afinidad con el agua, formando una suspensión coloidal, debido a que las moléculas de glucosa establecen uniones entre sí impidiendo de esta manera la interacción con las moléculas de agua. Las cadenas de amilosa y de amilopectina están organizadas dentro del gránulo de almidón de maneras muy compactas formando una estructura cristalina, y se encuentran estabilizadas por interacciones de puentes de hidrógeno intra e intermoleculares. Al calentar el almidón, aumenta la energía cinética en las moléculas (aumento del movimiento de las mismas por incremento de la temperatura) generando la ruptura de los enlaces puente de hidrógeno, con la consecuente pérdida de la estructura cristalina. Al perder la estructura cristalina, el agua comienza a interactuar con la amilosa, la cual sale del gránulo y forma un sol fuera de éste, mientras que la amilopectina al tener una estructura mayor permanece dentro e interactúa con el agua produciendo el hinchamiento del gránulo de almidón. Este fenómeno se denomina **gelatinización del almidón**, la temperatura a la que ocurre se llama “intervalo de gelatinización”, abarca el período desde que comienza la primera asociación de agua con el almidón hasta que todo el almidón se logra asociar con el agua. Esta temperatura no va a ser igual en todos los almidones.

**Esquema 4.3.** Efectos del calor sobre el almidón en un medio húmedo.



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 4.

La gelatinización del almidón se va a producir en diferentes preparaciones que contengan:

- Almidón (cereales y derivados, legumbres, tubérculos, etc.)
- Agua (como tal o presente en alimentos como leche, huevos)
- Calor

Este proceso va a provocar una modificación en la textura de los alimentos o preparaciones culinarias que contengan almidón, por ejemplo, los fideos, la papa, una torta, etc. Es por ello que muchos alimentos industrializados contienen almidón entre sus ingredientes, con el fin de espesar preparaciones.

Es importante destacar que, si queremos realizar una preparación como la salsa blanca, donde el almidón de maíz o el de trigo es el agente espesante de la misma, es necesario tener en cuenta la importancia de disolver en frío la leche con la harina o agregar manteca u otro medio

lipídico previo al agregado del líquido caliente, con el fin de evitar la formación de grumos. Por otro lado, a la hora de mezclar la preparación debemos hacerlo con cuchara y no con batidor de alambre, ya que de este modo evitaremos la hidrólisis de los gránulos de almidón. De la misma manera debemos evitar el exceso de temperatura ya que provocará la hidrólisis parcial de la amilosa. Esto es imprescindible para evitar la disminución de la consistencia de la salsa.

**Imagen 4.2.** Salsa blanca, el almidón gelatiniza durante la cocción.



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

### **Ingredientes que afectan la gelatinización del almidón**

Algunos componentes presentes en las preparaciones pueden influir en la correcta gelatinización del almidón, algunos de ellos pueden ser:

- Agua: cantidad adecuada, si hay mayor cantidad de agua que el almidón disponible para ligar obtendremos un líquido espeso, pero si la cantidad de almidón es suficiente para fijar toda el agua tendremos como resultado un sólido blando. También es importante la disponibilidad, ya que esta puede estar asociada a otras sustancias (sales, azúcares) lo cual nos dará menos agua disponible para interactuar con el almidón y gelatinizar.
- Azúcar y ácido: ambos tienen mayor afinidad por el agua que el almidón, por lo que alteran el proceso de gelatinización. Si utilizamos azúcar en poca cantidad no traerá alteraciones sobre la gelatinización, pero grandes cantidades la altera disminuyendo la viscosidad ya que durante el calentamiento retardará la hidratación de los gránulos de almidón. La presencia de ácido por su parte produce hidrólisis parcial del almidón disminuyendo la viscosidad de la preparación.
- Enzimas: presentes en la harina de trigo, por ejemplo; generan hidrólisis del almidón. Es necesario desactivarlas por cocción ya que de no ser así disminuirán la consistencia de las preparaciones.

Luego de que se sometió a temperatura al almidón (en presencia de agua) y que perdió su estructura cristalina, cuando la temperatura comienza a descender y por ende a disminuir la energía cinética de las moléculas (movimiento de las mismas), las cadenas de amilosa que se

encontraban por fuera del gránulo de almidón interaccionando con el agua, comenzarán a acercarse entre sí (enlaces puente de hidrógeno) atrapando agua y los gránulos de almidón hidratados, y de esta manera formarán un gel (red tridimensional que retiene agua, ver Capítulo 3). Este fenómeno se denomina **gelificación del almidón**.

**Imagen 4.3.** *Salsa blanca luego de la disminución de la temperatura (gelificación del almidón).*



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

Como mencionamos, a medida que disminuye la interacción de las cadenas de amilosa con el agua con el descenso de la temperatura, y con el paso del tiempo, la temperatura continuará descendiendo y las cadenas de amilosa acercándose entre sí en mayor medida, con lo cual el agua comenzará a ser expulsado de esta red que forman dichas cadenas, este proceso se denomina **sinéresis**. Producto de ello el gel formado será más compacto. Esto último lo podremos ver en la salsa bechamel, por ejemplo, también en un amasado como un pan, donde a medida que pasa el tiempo se vuelve más “seco”, debido a esta salida de agua como consecuencia del proceso molecular interno que ocurren en el almidón. Esto se denomina **retrogradación del almidón**, es decir que es el proceso de envejecimiento de un alimento que ocurre cuando, al disminuir el movimiento de las moléculas, vuelve a recristalizar la amilosa.

**Imagen 4.4.** *Salsa blanca: retrogradación del almidón.*

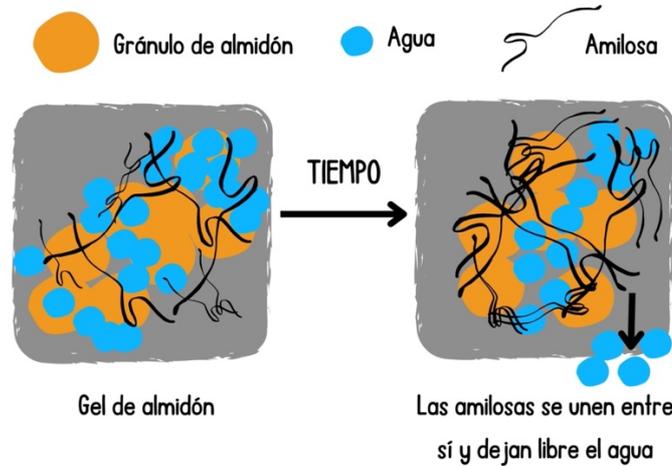


*Nota.* Se puede observar la sinéresis. Fuente: elaboración propia

El almidón retrogradado es llamado también almidón resistente.

Tanto la gelificación como la retrogradación van a generar un cambio en la textura de los alimentos. Es importante destacar que en dichos procesos interviene la amilosa, por lo que en ausencia de la misma no ocurrirán.

**Esquema 4.5. Retrogradación del almidón.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 4.

**Comportamiento del almidón en medio no acuoso**

A 160 °C, el almidón sometido a un calentamiento en seco se va a degradar, y dará lugar a la aparición de dextrinas. Esta transformación, que no es mas que la hidrólisis del almidón, se denomina **dextrinización**, en la cual hay cambio de color, produciéndose la tostación. Esto lo podemos observar, por ejemplo, al tostar el pan.

Al incrementarse la temperatura y llegar a los 180 - 190 °C se produce la formación de residuos de carbón. El almidón ha llegado a la carbonización.

**Pectinas**

Las pectinas son hidratos de carbono de alto peso molecular, polímeros de cadena larga de ácidos galactourónicos. Un ácido galacturónico corresponde a la forma oxidada de la galactosa, presenta un grupo aldehído en el carbono 1 y un grupo carboxilo en el carbono 6.

Forman parte de las paredes celulares vegetales, las podemos encontrar en las cáscaras y semillas de manzana, membrillos y cáscaras de cítricos. Las pectinas forman geles en presencia de agua, ácido y azúcares, por lo cual se suelen utilizar para la elaboración de jaleas, pero también se pueden emplear para incrementar la consistencia de mermeladas y dulces en su elaboración.

La formación del gel está dada debido a que el ácido logra neutralizar las cargas de las cadenas de los ácidos galacturónicos permitiendo que se acerquen entre sí y formen la red tridimensional que atraparé agua y dará lugar a la formación del gel. Por su parte el azúcar cumplirá la función de captar agua favoreciendo la formación de ese gel.

**Esquema 4.6. Pectinas: gelificación.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. (2009). Nuevo manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 3

La industria ha elaborado pectinas comerciales con el fin de utilizarlas para gelificar o aumentar la consistencia de diferentes productos, es por ello que podemos diferenciar dos tipos de pectinas:

- Pectinas de alto metoxilo (mayor cantidad de ácidos carboxílicos presentes): responde a la pectina común que gelifica en presencia de azúcar.
- Pectinas de bajo metoxilo: no necesita azúcar ni ácido para gelificar, sino que lo hace en presencia de iones divalentes como calcio o magnesio, por lo cual esta puede utilizarse para la elaboración de productos sin azúcar o dietéticos.

**Imagen 4.5. Mermelada industrial y su contenido de pectina entre sus ingredientes.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia

## Gomas

Las gomas son polisacáridos de alto peso molecular las cuales pueden extraerse de vegetales terrestres o marinos (algas), microorganismos. Tienen la particularidad de formar geles o espesar preparaciones, por lo que la industria las va a utilizar como aditivos en la elaboración de diferentes alimentos con el fin de modificar la textura o consistencia de diversos alimentos industrializados, además de ello pueden ser utilizadas como estabilizantes y emulsionantes.

Según su origen las clasificamos en:

- Gomas de exudados
- Gomas de semillas
- Gomas derivadas de algas
- Gomas microbianas

### Gomas de exudados

Provenientes de plantas terrestres, entre ellas podemos mencionar:

- Goma arábica: proveniente de plantas llamadas acacias (de su resina), es muy soluble en agua, pero la viscosidad alcanzada con su utilización es baja. No forma geles. Es utilizada como estabilizante en emulsiones y espumas, ya que al incrementar la viscosidad va a impedir que las fases se unan tanto en emulsiones como en espumas, lo cual también contribuiría a evitar la cristalización del azúcar en productos de repostería.
- Goma de tragacanto: logra alcanzar altas viscosidades con concentraciones de 0,5 % de la misma. Al ser estable al calor y en medio ácido puede ser utilizada en preparaciones que contengan frutas y aquellas que requieran cocción.
- Goma Ghatti: se utiliza como emulsionante y sustituto de la goma arábica.

### Gomas provenientes de semillas

Entre ellas podemos mencionar:

- Goma guar: se obtiene de las semillas de la planta *Cyamopsis tetragonolobus*. Posee gran poder espesante y tiene la facilidad de disolverse de forma adecuada tanto en agua fría como caliente, así como también en un amplio rango de acidez que va de un pH 4 a 10. Suele utilizarse en concentraciones de 0,25 a 0,5 % y tienen una acción sinérgica con la goma xántica. Podemos encontrarla como aditivo (E412) en los alimentos industrializados (helados, mayonesa).
- Goma de algarrobo: al igual que la goma guar es estable a diferentes rangos de temperatura y pH, y puede ser utilizada como estabilizante en la elaboración de helados.

### Gomas provenientes de algas

Entre ellas podemos mencionar:

- Agar- Agar: se obtiene de algas rojas, la podemos encontrar como aditivo en los productos industrializados (E406) ya que es utilizada como gelificante, estabilizante y para incrementar

la consistencia de preparaciones. Forma geles reversibles a partir de 40 °C, lo cual va a ser beneficioso para poder obtener geles en caliente, importante para la gastronomía moderna. Se utiliza en concentraciones de 0,5 a 1%.

- Alginatos: proveniente de algas pardas, sus monómeros son ácidos urónicos. Dentro de sus variantes la industria alimentaria va a utilizar el alginato de sodio (E401), al igual que las pectinas de bajo metoxilo va a formar geles irreversibles en presencia de calcio resistentes a temperaturas de hasta 150 °C, permitiendo tener geles estables a temperatura ambiente. Se utiliza en una proporción de 0,4 - 1 % y es utilizado como gelificante, espesante, estabilizante (espuma de cerveza).
- Carragenato: se obtiene de algas rojas de la familia de las rodofíceas. Podemos distinguir 3 clases diferentes de carragenatos: kappa, iota y lambda, este último no forma geles por lo que los que son utilizados por la industria alimentaria (E407) van a ser el kappa y el iota. Forman geles cuyas propiedades van a depender de los cationes asociados, con el potasio va a formar geles firmes, no así en presencia de iones calcio. Los carragenatos iota despiertan gran interés en la gastronomía debido a que permiten formar geles que gelifican en caliente pero además de ello tienen la particularidad de desarmarse con el movimiento y luego volver a formarse; importante en la elaboración de flanes que con el traslado tienden a desarmarse. Suele utilizarse como aditivo alimentario para prevenir la precipitación del cacao en leches chocolatadas industrializadas o como estabilizante en postres de leche.

### Gomas microbianas

En este caso podemos describir a la goma xántica, la cual deriva de la bacteria *Xanthomonas campestris* y presenta una amplia utilización en la industria alimentaria (E415). Dadas sus características permite su dispersión tanto en frío como en caliente y espesar en un amplio rango de pH motivo por el cual vamos a poder emplearla para espesar jugos de frutas, por ejemplo. Tanto en la industria alimentaria como en la cocina es utilizada para espesar preparaciones, como estabilizante, emulsionante en una proporción de 0,25 a 1,5 %. Actúa de manera sinérgica con la goma guar.

## Referencias

- Garda, M. R. 2016. *Técnicas del manejo de los alimentos*. Capítulo 5: Carbohidratos. Editorial Eudeba.
- Koppmann, M. 2011. *Manual de Gastronomía Molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Primera parte. Capítulos 3 y 4. Editorial Siglo XXI.
- Koppmann, M. 2015. *Nuevo manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Segunda parte. Capítulo 3. Editorial Siglo XXI.

Medin, R., & Medin, S. P. 2011. *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 3: Azúcares y dulces. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

Ortega, R. Curso 2017-2018. *Proyecto de innovación: "El Minuto de la Ciencia"*. PRÁCTICAS.

Rembado & Sceni. (2009). *Química en los Alimentos*. Capítulo 1. Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

# CAPÍTULO 5

## Proteínas

*Leticia Barcellini*

### Definición

¿Qué es una proteína? Las proteínas son macromoléculas orgánicas que están constituidas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Pueden contener azufre, fósforo, hierro, cobre y cinc. Se encuentran distribuidas en vegetales, animales y microorganismos.

### Estructuras y uniones

Las proteínas están formadas por aminoácidos, que son cadenas hidrocarbonadas en cuyo extremo se encuentra un grupo carboxilo (COOH), un grupo amino (NH<sub>2</sub>) y un radical que varía según cada aminoácido.

Cuando un carboxilo del aminoácido se une con el grupo amino del otro eliminando una molécula de agua, el enlace se denomina peptídico y la sustancia formada es un dipéptido. Entre 2 y 10 unidades de aminoácidos se denominan péptidos y si el número es mayor, polipéptidos. Las moléculas proteicas son polipéptidos y la unión peptídica representa el enlace primario. Una molécula proteica difiere de otra según los grupos R específicos que contiene y en el orden en que se encuentran unidos en el polipéptido. Estos grupos radicales R determinan en gran parte la conducta de las proteínas en la preparación de los alimentos.

### Propiedades funcionales de las proteínas

Las propiedades van a determinar la funcionalidad de las proteínas en los sistemas alimentarios, otorgándoles características organosensoriales particulares, las cuales son deseables para el consumo de diferentes alimentos.

Podemos clasificarlas en tres grandes grupos:

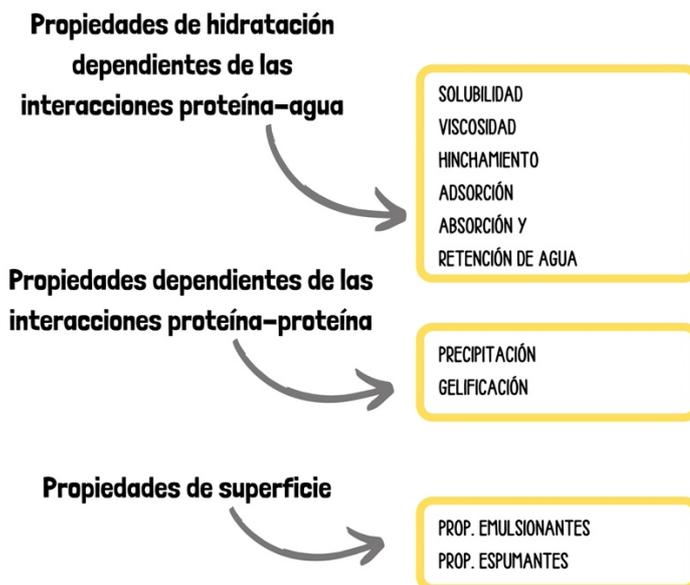
- Propiedades de hidratación dependientes de la interacción proteína-agua.
- Propiedades dependientes de las interacciones proteína-proteína.
- Propiedades de superficie.

**Esquema 5.1. Estructuras y uniones de las proteínas.**

IMAGEN	ESTRUCTURA	UNIONES
	<b>ESTRUCTURA PRIMARIA:</b> SECUENCIA DE AMINOÁCIDOS	ENLACES PEPTÍDICOS
	<b>ESTRUCTURA SECUNDARIA:</b> PLEGAMIENTOS LOCALES. HELICE ALFA Y LÁMINA BETA	ELECTROSTÁTICAS Ó PUENTES SALINOS PUENTES HIDRÓGENO INTERACCIONES HIDROFÓBICAS INTERACCIONES DIPOLO-DIPOLO O VAN DER WALS
	<b>ESTRUCTURA TERCIARIA:</b> PLEGAMIENTO FINAL DE LA PROTEÍNA. FORMACIÓN DE DOMINIOS O EPITOPES. FIBROSAS Ó GLOBULARES	ELECTROSTÁTICAS Ó PUENTES SALINOS PUENTES HIDRÓGENO INTERACCIONES HIDROFÓBICAS INTERACCIONES DIPOLO-DIPOLO O VAN DER WALS PUENTES DISULFURO
	<b>ESTRUCTURA CUATERNARIA:</b> ASOCIACIÓN DE DOS O MÁS ESTRUCTURAS TERCIARIAS (CHAPERONAS)	ELECTROSTÁTICAS Ó PUENTES SALINOS PUENTES HIDRÓGENO INTERACCIONES HIDROFÓBICAS INTERACCIONES DIPOLO-DIPOLO O VAN DER WALS PUENTES DISULFURO (E OCASIONES)

Nota. Fuente: elaboración propia.

**Esquema 5.2. Clasificación de las propiedades funcionales de las proteínas.**



Nota. Fuente: elaboración propia

## Desarrollo de algunas de las propiedades

### Hidratación

Capacidad de adsorber agua en su superficie, lo cual va a depender de las características de las proteínas, dependiendo del tipo de aminoácidos que éstas tengan. Aquellos aminoácidos que sean polares o puedan formar puentes de hidrógeno con el agua van a tener mayor capacidad de hidratación que aquellos que sean hidrófobos. La hidratación va a formar una monocapa alrededor de las proteínas (agua ligada) esta agua no se va a congelar ni van a poder ser parte de las reacciones químicas ni enzimáticas, ya que está formando parte de la proteína.

La capacidad de hidratación de una proteína va a depender del pH, ya que este puede modificar la forma que tenga la proteína y de esta forma modificar los aminoácidos que estén expuestos para poder interactuar con el agua. También los tipos de sales presentes, que pueden interactuar con las cargas de los grupos de las proteínas, modificando las proteínas y de esta forma también su capacidad de interactuar con el agua por parte de los distintos aminoácidos. Altas concentraciones de sales van a competir por el agua con las proteínas.

Además dependerá de la temperatura, ya que puede modificar la disposición de la proteína y de esta manera también la forma de interactuar con el agua.

### Solubilidad

Va a depender del grado en que interactúe con ella misma y con el agua. Proteínas que tengan la tendencia de interactuar mucho con ellas mismas van a tender a ser menos solubles que aquellas donde se favorezca más la interacción proteína-agua.

- Albúminas: proteínas solubles en agua a pH cercanos a 7.
- Globulinas: proteínas solubles en soluciones salinas diluidas a pH cercanos a 7.
- Glutelinas: solubles en agua, pero a pH ácidos.
- Prolaminas: no solubles en agua.

Los disolventes orgánicos van a producir un reordenamiento de la proteína, modificando la interacción con el agua, disminuyendo su solubilidad.

### Espuma

Aquí hay una fase continua que es el agua y una fase dispersante que es el aire. El agua va a estar interactuando con las proteínas. La estabilidad de una espuma (mantener el volumen y la forma sin que la espuma reduzca su volumen) va a depender del pH, ya que éste va a modificar la interacción de las proteínas entre sí; los azúcares, ya que éstos van a interactuar con el agua, pero deben adicionarse una vez que la espuma ya esté formada; la concentración proteica, a mayor cantidad de proteínas mayor estabilidad; y la temperatura, ya que ésta puede modificar la disposición de las proteínas y su interacción con el agua.

### Emulsificante

La parte polar de las proteínas va a interactuar con el agua y la no polar con la parte oleosa (aceite), formando micelas que le den estabilidad a la emulsión.

### Acarreadores de sabores

Las proteínas por sí mismas no aportan sabor, pero interactúan con otras moléculas que sí lo hacen y funcionan como acarreadores.

### Viscosidad

Resistencia que tiene un líquido a poder fluir (ver Capítulo 1). Depende de las fuerzas intermoleculares, entre mayores sean las fuerzas intermoleculares mayor va a ser la viscosidad. Las proteínas colaboran con ello, por lo cual aumentan la viscosidad de las soluciones acuosas.

### Gelificante

Al aumentar la temperatura, las proteínas comienzan a desplegarse y a interactuar entre ellas formando una red tridimensional que atrapa agua, de esta manera se forma un gel.

Hay proteínas que forman agregados proteicos debido a que poseen muchos grupos no polares que le permiten interactuar entre ellas, por lo que tienden a formar geles opacos; y hay otras que, por poseer mayor cantidad de grupos polares, forman geles más traslúcidos debido a que las proteínas interactúan menos entre sí.

**Tabla 5.1. Funciones de las proteínas en los sistemas alimentarios.**

FUNCIÓN	MECANISMO	ALIMENTO	TIPO DE PROTEÍNA
SOLUBILIDAD	→ HIDROFILIA	→ BEBIDAS	→ PROTEÍNAS DE SUERO LÁCTEO
VISCOSIDAD	→ FIJACIÓN DE AGUA, TAMAÑO Y FORMA HIDRODINÁMICA	→ SOPAS, CALDOS, ADEREZOS PARA ENSALADA, POSTRES	→ GELATINA
FIJACIÓN DE AGUA	→ PUENTES DE HIDRÓGENO, HIDRATACIÓN IÓNICA	→ SALCHICHAS, BIZCOCHOS, PAN	→ PROTEÍNAS DEL MÚSCULO, PROTEÍNAS DEL HUEVO
GELIFICACIÓN	→ COAGULACIÓN	→ CARNES, GELES, BIZCOCHOS Y QUESO	→ PROTEÍNAS MUSCULARES, DEL HUEVO Y LÁCTEAS
COHESIÓN-ADHESIÓN	→ APORTA RIGIDEZ	→ CARNES, SALCHICHAS, PASTAS Y PRODUCTOS HORNEADOS	→ PROTEÍNAS MUSCULARES, DEL HUEVO Y DEL LACTOSUERO
ELASTICIDAD	→ RED VISCOELÁSTICA	→ CARNES, PRODUCTOS HORNEADOS	→ PROTEÍNAS MUSCULARES, PROTEÍNAS DE CEREALES
EMULSIÓN	→ ADSORCIÓN Y FORMACIÓN DE PELÍCULA EN LA INTERFASE	→ SALCHICHAS, SOPAS, BIZCOCHOS, ADEREZOS	→ PROTEÍNAS MUSCULARES, DEL HUEVO Y DE LA LECHE
FORMACIÓN DE ESPUMA	→ AGENTE DE LEVANTAMIENTO	→ BATIDOS ORNAMENTALES, HELADOS, BIZCOCHOS, POSTRES	→ PROTEÍNAS LÁCTEAS Y DEL HUEVO
FIJACIÓN DE GRASA Y FLAVORES	→ INTERACCIONES HIDROFÓBICAS, ATRAPAMIENTO	→ PRODUCTOS HORNEADOS POBRES EN GRASA, BUÑUELOS	→ PROTEÍNAS LÁCTEAS, DEL HUEVO Y DE LOS CEREALES

*Nota.* Fuente: Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. Fennema Química de los alimentos

## Desnaturalización proteica

La desnaturalización proteica es la pérdida de la estructura terciaria o cuaternaria de una proteína, pero NO de su estructura primaria, ya que esto último es una proteólisis. Con la pérdida de la estructura terciaria se ven afectadas las propiedades funcionales de las proteínas y se pierde su actividad biológica. La desnaturalización puede ser deseable para elevar la digestibilidad de una proteína, aumentar las propiedades de espumado o emulsificación.

En la desnaturalización se logra desplegar la proteína quedando expuestos sus grupos hidrófobos, por lo que ésta tiende a agregarse con otras proteínas para disminuir el contacto con el medio acuoso.

### Factores implicados en la desnaturalización

#### Temperatura

Facilita la digestión de las proteínas, debido a cambios estructurales que ocurren en las moléculas. Además, ayuda a desactivar enzimas que no queremos que estén presentes en algunos alimentos, como por ejemplo en los vegetales -previa congelación - escaldado-, o en las legumbres -los inhibidores de la tripsina-.

Al aumentar la temperatura estaremos incrementando el movimiento de las moléculas (energía cinética), provocando la ruptura de los enlaces intermoleculares, facilitando el desplegamiento de la proteína y ocasionando que los grupos funcionales comiencen a interactuar con otras partes de las proteínas, modificando así la forma de la proteína y con ello sus propiedades funcionales: la proteína es diferente a su forma nativa.

Algunos de estos cambios son irreversibles como en el caso de las proteínas del huevo al cocinarlo: no van a volver a su estructura nativa.

La temperatura va a ocasionar, con el aumento de la energía cinética, el desplegamiento de los dominios de la proteína. No sólo el aumentar la temperatura va a producir la desnaturalización, sino también el descenso de la temperatura. Cada proteína va a tener un rango de temperatura en la cual va a activarse, es decir perder su actividad biológica.

El tipo de aminoácidos (dominios) va a ser importante para la estabilidad de la proteína, aquellos que sean más hidrofóbicos (valina, leucina, isoleucina) les da mayor estabilidad a las proteínas.

El frío va a afectar a las proteínas debido a tener la capacidad de desestabilizar las interacciones entre sus aminoácidos, pero también debemos tener en cuenta que cada vez que nosotros congelamos un alimento, se van formando cristales de hielo dentro del tejido los cuales van a producir lisis del tejido celular. Por lo cual esto va a afectar a las características organolépticas del alimento. Esto se ve más en detalle en la experiencia del huevo congelado, más adelante, en este mismo capítulo.

**PH**

Al modificar el pH se van a producir cambios en la ionización de las cadenas laterales de aminoácidos. Recordemos que las proteínas poseen grupos cargados en su estructura. Por lo cual con el aumento o descenso del pH se pueden protonar o desprotonar estos grupos y por consiguiente neutralizar las cargas de la proteína. Esto conlleva a disminuir la interacción entre las diferentes cadenas de la proteína y de esta forma desnaturalizarla.

**Esfuerzo de corte o agitación (operación mecánica)**

Genera desdoblamiento de la proteína, por hidrólisis de los enlaces presentes en ella, de manera mecánica modificando la estructura de la misma. Esto lo podemos observar en la formación de espumas como por ejemplo en un merengue.

**Sales**

Las sales presentan en su estructura una fracción cargada positivamente (catión) y otra negativa (anión). Estas no modifican el pH pero van a favorecer la interacción con los grupos ionizables presentes en las proteínas (grupos cargados), generando un nuevo tipo de interacción proteica de la sal con los grupos ionizables de la misma. Por lo que esto va a afectar a la interacción de los diferentes grupos cargados dentro de la misma proteína, generando que ésta adopte una nueva forma y con ello la desnaturalización.

Otro efecto que puede ocurrir con la adición de sales es que estas compitan por el agua presente en el medio y así disminuyan las interacciones entre la proteína y el agua generando su deshidratación.

**Solventes pocos polares**

Se usan solventes orgánicos en el procesamiento de alimentos cuando se desea solubilizar sustratos, y para desplazar el equilibrio de algunas reacciones enzimáticas al disminuir la concentración de agua del sistema. Las proteínas disueltas en un sistema acuoso sufren cambios en su estructura tridimensional cuando son trasladadas a un sistema con un solvente distinto. La dirección del cambio, hacia una mayor o una menor solubilización, dependerá del tipo de solvente al que se le traslade. Existen dos mecanismos principales que explican este tipo de desnaturalización: la unión directa del solvente orgánico a la molécula de la proteína y el cambio en la constante dieléctrica del medio.

Al cambiar una proteína a un sistema con solventes orgánicos se logra un desdoblamiento o desplegamiento parcial por el rompimiento de las interacciones hidrofóbicas originales, que puede volver a plegarse mediante interacciones hidrofóbicas y puentes de H que se mantienen, pero en una estructura distinta de la nativa.

Ejemplos del uso del alcohol etílico en sistemas alimentarios son el proceso de preparación del ceviche o pisco.

## Experiencia Huevo Congelado

Alguna vez, se han preguntado ¿qué sucede con las proteínas cuando congelamos el huevo? Para la experiencia se utilizaron cuatro huevos:

- Dos de ellos, se hirvieron provocando la desnaturalización de las proteínas. A uno de estos dos se le retiró la cáscara y se colocaron ambos en el frízer.
- Los otros dos no se los cocinó; uno quedó con la cáscara entero y el restante se cascó en un recipiente. Ambos fueron colocados en el frízer.

Luego de 4 hs aproximadamente, se retiran todos del frío y se pudo observar:

- Huevo cocido con cáscara: la cáscara se partió por el aumento del volumen y al cortarlo se pudo notar que la clara tenía un color opaco. Al extraer la cáscara se observó una capa de hielo cristalizado rodeando todo el huevo.
- Huevo cocido sin cáscara: comparándolo con el anterior el color es mucho más opaco, también lo rodeaba una capa de hielo cristalizado y su sabor no era agradable.
- Huevo crudo con cáscara: su cáscara se partió por el aumento del volumen y al romperlo se notaba como la clara se encontraba más congelada que la yema y en otras partes viscosa.
- Huevo crudo sin cáscara: a simple vista la yema parecía cocida por el color que esta había tomado y la clara se había cristalizado. Comparándolo con los anteriores huevos, éste se congeló más rápidamente y tardó más en descongelarse.

**Imagen 5.1.** Experiencia de congelamiento de huevos.



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## Referencias

- Badui Dergal Salvador. 5° edición (2013). *Química de los Alimentos*. Ed. Pearson.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2019). *Fennema Química de los alimentos* (No. 664.07 F335f). Acribia.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 6: Proteínas alimentarias. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- Rembado & Sceni. (2009). *Química en los Alimentos*. Capítulo 1. Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

# CAPÍTULO 6

## Lípidos

Araceli Lebrero

### Definición

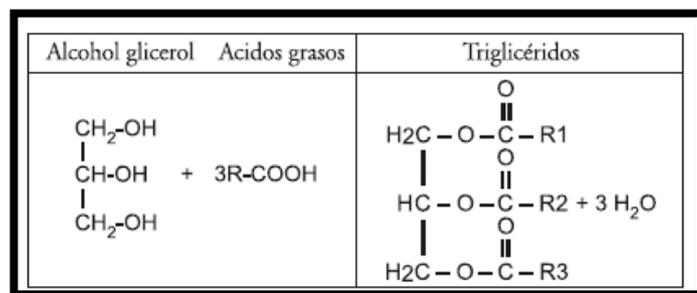
Los lípidos son un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas, que se caracterizan por ser apolares, relativamente insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos, como el éter, cloroformo y benceno. Se encuentran en tejidos de origen animal como vegetal. En los sistemas alimentarios, los lípidos tienen un rol relevante en el aporte de aromas, palatabilidad, sabores y suavidad. Nutricionalmente, los lípidos aportan 9 kcal por gramo, siendo una fuente energética para el ser humano, son componentes esenciales de todas las membranas celulares y subcelulares, sirven como vehículo biológico en la absorción de vitaminas liposolubles A, D, E y K. Son fuente de ácidos grasos esenciales, mismo que son indispensables para el mantenimiento e integridad de las membranas celulares. Se requieren para el óptimo transporte lipídico (ligados a fosfolípidos como agentes emulsificantes) y son precursores de la hormona prostaglandina. Son fuente de esteroides esenciales, por lo tanto, desempeñan una amplia gama de funciones biológicas.

### Clasificación

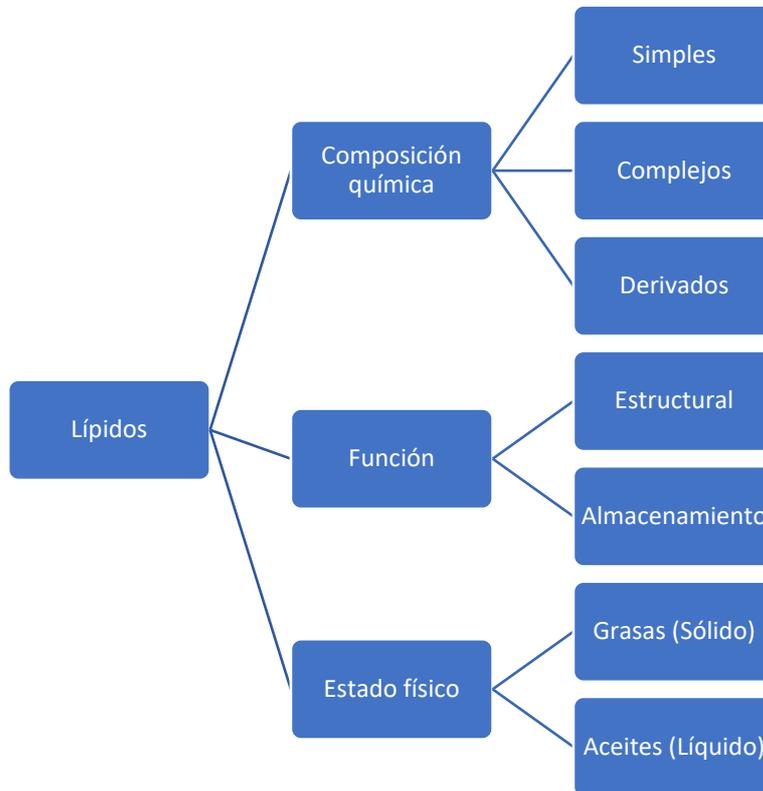
Los lípidos pueden ser clasificados según varios puntos de vista. En el esquema 10 se detallan las distintas clasificaciones.

Las grasas y aceites encontrados en la naturaleza, están compuestos de triglicéridos mezclados, donde el glicerol, el cual es un alcohol de tres carbonos, está unido por enlaces éster con diferentes tipos de ácidos grasos (AG), por ejemplo: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, son diferentes ácidos, entonces:

Esquema 6.1. Estructura de los lípidos.



Nota. Fuente: Adaptado de Medin, R., & Medin, S. P. Alimentos: Introducción técnica y seguridad. Capítulo 5

**Esquema 6.2. Clasificación de los lípidos.**

Nota. Fuente: elaboración propia

## Características de los ácidos grasos

Son ácidos carboxílicos con un número par de átomos de carbono (4 a 30). Según su grado de insaturación pueden ser:

- Saturados (AGS): no contienen ningún doble enlace en la cadena carbonada. Cada átomo de carbono está unido a 2 átomos de carbono y 2 átomos de hidrógeno. Los ácidos grasos que poseen menos de 12 átomos de carbono, poseen la característica de ser volátiles, pudiendo ser arrastrados por vapor de agua.
- Insaturados: Contienen uno o más doble enlaces en sus cadenas, pudiendo ser monoinsaturados (AGMI) o poliinsaturados (AGPI), respectivamente. Estos AGPI, pueden disponerse en forma *cis* o forma *trans*. La disposición *cis* surge cuando la orientación de los hidrógenos unidos a los carbonos que poseen el doble enlace, se orientan hacia el mismo lado. En cambio, cuando se disponen en lados contrarios, se conforma la forma *trans*. En la naturaleza la mayor parte de los ácidos grasos insaturados son *cis*.

**Tabla 6.1. Ácidos Grasos Saturados.**

Nº de carbonos	Nombre común	Fórmula	Alimento
4	Ac. Butírico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_2 \text{COOH}$	Manteca
6	Ac. Caproico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_4 \text{COOH}$	Manteca
8	Ac. Caprílico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_6 \text{COOH}$	Aceite de coco
10	Ac. Cáprico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_8 \text{COOH}$	Aceite de coco
12	Ac. Láurico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{10} \text{COOH}$	Aceite de coco
14	Ac. Mirístico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{12} \text{COOH}$	Manteca y coco
16	Ac. Palmítico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{14} \text{COOH}$	Grasas animales y lácteas
18	Ac. Esteárico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{16} \text{COOH}$	Grasas animales y lácteas
20	Ac. Araquídico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{18} \text{COOH}$	Aceite de maní
22	Ac. Behénico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{20} \text{COOH}$	Aceite de maní y canola

Nota. Fuente: elaboración propia

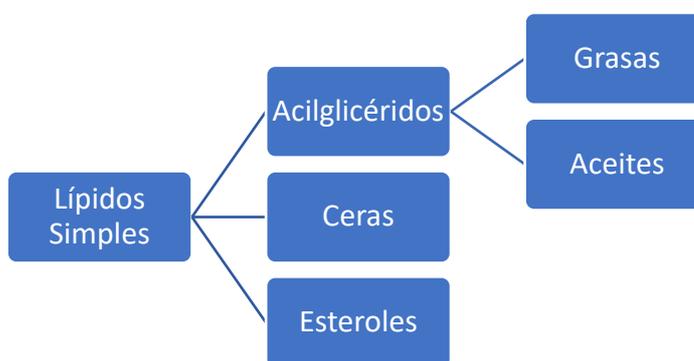
**Tabla 6.2. Ácidos Grasos Insaturados.**

Nº de carbonos	Nombre común	Fórmula	Alimento
18	Ac. Oleico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_7 \text{CH}=\text{CH} (\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	Aceite de oliva
18	Ac. Linoleico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_3 (\text{CH}_2 \text{CH}=\text{CH})_2 (\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	Aceite de oliva y girasol
18	Ac. Linolénico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2 \text{CH}=\text{CH})_3 (\text{CH}_2)_7 \text{COOH}$	Aceite de soja y canola
20	Ac. Araquidónico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_3 (\text{CH}_2 \text{CH}=\text{CH})_4 (\text{CH}_2)_3 \text{COOH}$	Aceite de pescado
22	Ac. Erúcico	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_7 \text{CH}=\text{CH} (\text{CH}_2)_{11} \text{COOH}$	Aceite de canola

Nota. Fuente: elaboración propia

## Lípidos Simples

**Esquema 6.3. Tipos de lípidos simples.**



Nota. Fuente: elaboración propia

## Grasas y aceites

Están formados por una molécula de glicerol unida a ácidos grasos. La molécula de glicerol contiene 3 carbonos, con lo cual, según cuantos carbonos tenga unidos a ácidos grasos, pueden ser: monoacilglicerol, diacilglicerol o triacilglicerol. Todas las grasas y aceites encontrados en la naturaleza son mezclas de triglicéridos, con distintos ácidos grasos.

Las grasas se presentan en estado sólido a temperatura ambiente (20 °C) y los aceites se presentan al estado líquido a temperatura ambiente.

**Imagen 6.1.** *Aceite y manteca.*



*Fuente: Banco de fotos Pixabay.com.*

## Ceras

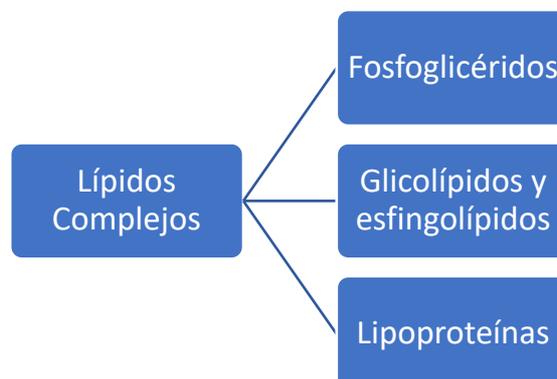
Están formadas por la unión de un alcohol, distinto del glicerol y ácidos grasos de alto número de carbonos. Son grasas estructurales que tienen la función de proteger las hojas y los frutos y carecen de valor biológico para los humanos.

## Esteroles

Son un grupo de esteroides, el colesterol en los animales y los fitoesteroles en las plantas, siendo los más comunes sitosterol, campesterol y estigmasterol.

## Lípidos Complejos

**Esquema 6.4.** *Clasificaciones de los lípidos complejos.*



*Nota. Fuente: elaboración propia.*

### Fosfoglicéridos

Un fosfoglicérido está formado por: un alcohol (glicerol o esfingosina) al que se le unen ácidos grasos, un fosfato y un alcohol - este último se encuentra unido al fosfato-.

Los fosfoglicéridos se clasifican como moléculas anfipáticas, lo que quiere decir que un extremo es polar y el otro es apolar.

Son los componentes principales de las membranas celulares y de las vainas de mielina en los axones neuronales.

En los sistemas alimentarios, los fosfolípidos son utilizados como agentes emulsionantes. Se ubican en la interfase orientando el extremo polar hacia la fase acuosa y el extremo apolar hacia la fase lipídica, de este modo disminuye la tensión de interfase y aumenta la estabilidad de la emulsión (ver Capítulo 3).

### Glicolípidos y esfingolípidos

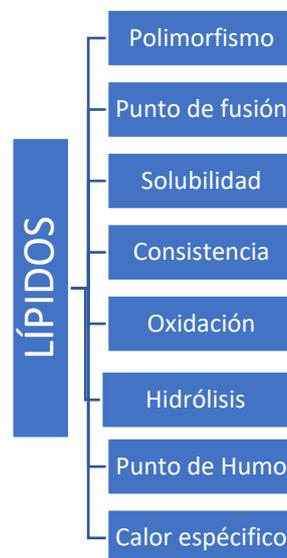
Están compuestos por hidratos de carbono de cadena corta, ácidos grasos y un alcohol de cadena larga (esfingosina) Son lípidos estructurales de membranas de células nerviosas.

### Lipoproteínas

Son macromoléculas que estructuralmente están formadas por una parte lipídica y una proteica, cuya función es empaquetar y transportar los lípidos insolubles en el plasma proveniente de los alimentos (exógeno) y los sintetizados por nuestro organismo (endógenos). Las lipoproteínas se clasifican según su densidad en: quilomicrones; VLDL, lipoproteínas de muy baja densidad; IDL, lipoproteínas de densidad intermedia; LDL, lipoproteínas de baja densidad y HDL, lipoproteínas de alta densidad.

## Características físico químicas de los lípidos

Esquema 6.5. Características físico-químicas de los lípidos.



Nota. Fuente: elaboración propia.

## Polimorfismo

Es la capacidad de formar cristales de diversas formas, debido a la heterogeneidad de los ácidos grasos que conforman los TAG. Los ácidos grasos se diferencian en la longitud de cadena, pueden ser saturados o no y existir distintos tipos de isómeros. Estos factores dan origen a distintos tipos de cristales.

Las principales formas cristalinas que podemos encontrar en las grasas son las siguientes:

- $\alpha$  (alfa) de geometría hexagonal: cristales pequeños y transparentes.
- $\beta'$  (beta prima) de geometría ortorrómbica: cristales lisos, pequeños y afilados.
- $\beta$  (beta gruesa) de geometría triclinica: cristales grandes, toscos y rugosos.

El tamaño del cristal y su orientación determinan la textura, la tersura, la sensación en la boca y las propiedades funcionales de una grasa.

El tipo de cristal formado depende de:

- La composición molecular de la grasa: cuanto más heterogénea sea la composición de los ácidos grasos, los cristales se estabilizan y son más finos.
- Las condiciones en las cuales se forman los cristales: la formación de cristales pequeños de tipo alfa, se logra con enfriamiento rápido y agitación (como en el proceso de los helados). La formación de cristales más grandes y toscos se genera cuando el enfriamiento es lento y además, pueden formarse en una grasa que se ha derretido y luego vuelve a solidificar (por ejemplo manteca).
- El tratamiento de la grasa después de la cristalización: la estabilidad de los cristales depende de la temperatura, el tiempo de solidificación, de la agitación y de la velocidad de enfriamiento. Con la disminución de la temperatura, las grasas disminuyen su movimiento molecular y aumentan la atracción, se disponen de forma paralela y forman los cristales. Las grasas con moléculas asimétricas tienen puntos de fusión más bajos que aquellas con moléculas de similar longitud, dado que se distribuyen mejor, son más y forman cristales más estables.

## Punto de fusión

Es la medida de atracción de las moléculas dentro de los cristales. Los TAG que forman un lípido varían su punto de fusión, originando distintos estados físicos a temperatura ambiente: líquido, sólido plástico o sólido duro y quebradizo.

A mayor atracción entre las moléculas, mayor punto de fusión; por otro lado, cuando más débil es la fuerza, más bajo el punto de fusión.

El punto de fusión de los lípidos depende de:

- Largo de la cadena: cuanto mayor es la cadena carbonada, mayor punto de fusión.
- Grado de saturación: cuanto mayor es el grado de insaturación, menor es el punto de fusión. Los AG insaturados presentan curvas en sus cadenas carbonadas, lo que dificulta la atracción entre sus moléculas y como consecuencia la atracción es más débil.

- Los puntos de fusión de los monoglicéridos: cuando el glicerol se encuentra unido a un solo AG (monoglicérido), o unido a dos (diglicérido) o bien, a tres AG (triglicérido), varía el punto de fusión, siendo mayor en el monoglicérido que en el diglicérido o triglicérido correspondiente.
- Polimorfismo: para un mismo AG, aumenta el punto de fusión con los cambios de formas de cristales, de alfa a beta.
- Isomería: La forma *trans* de un AG presenta un mayor punto de fusión que la forma *cis*.

**Tabla 6.3.** Punto de fusión de ácidos grasos saturados.

Nº de carbonos	Nombre común	Punto de fusión °C
4	Ac. Butírico	-7,9
6	Ac. Caproico	-3,9
8	Ac. Caprílico	16,3
10	Ac. Cáprico	31,3
12	Ac. Láurico	44,2
14	Ac. Mirístico	53,9
16	Ac. Palmítico	62,9
18	Ac. Esteárico	69,6
20	Ac. Araquídico	75,3
22	Ac. Behénico	79,7

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Valores tomados de Gil, A., Tratado de nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tomo III. Capítulo 12.

**Tabla 6.4.0** Punto de fusión de ácidos grasos insaturados.

Nº de carbonos	Nombre común	Punto de fusión °C
18	Ac. Oleico	10,5
18	Ac. Linoleico	-5,0
18	Ac. Linolénico	-11,0
20	Ac. Araquidónico	-49,5
22	Ac. Erúcico	33,5

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Valores tomados de Gil, A., Tratado de nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tomo III. Capítulo 12.

Como los aceites y grasas están formados por distintos ácidos grasos, adquieren un punto de fusión promedio, según la proporción de los ácidos grasos que lo componen.

**Tabla 6.5. Punto de fusión promedio de aceites y grasas.**

Nombre	Girasol	Soja	Maíz	Uva	Canola	Girasol alto oleico	Oliva	Grasa de cerdo	Grasa vacuna
Punto de fusión promedio	7,6 °C	7,2 °C	8,5 °C	9,4 °C	11,8 °C	19,9 °C	20 °C	32 °C	41 °C

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Valores tomados de Medin, R., & Medin, S. P. Alimentos: Introducción técnica y seguridad. Capítulo 5.

## Solubilidad

Los lípidos son solubles en solventes apolares como éter, benceno, cloroformo, acetona. En los ácidos grasos, cuanto más longitud tienen las cadenas menos solubles son. Además, cuanto más saturados, menos solubilidad poseen.

## Consistencia o plasticidad

La consistencia de los lípidos varía a temperatura ambiente, pudiendo ser líquidos (aceites) o plásticos (grasas sólidas).

Las grasas sólidas están formadas por dos fases: una fase líquida de aceite en la cual se encuentran suspendidos los cristales de grasa que forman la fase sólida. El tipo de consistencia depende de la relación existente entre el volumen de la fase sólida y el volumen de la fase líquida.

Intervalo plástico: es el tiempo que transcurre mientras se disuelven los cristales de una grasa plástica, hasta licuarse completamente. A medida que una grasa plástica se calienta, se derriten los cristales. Aquellos formados por triglicéridos con punto de fusión bajo lo hacen más rápido. Las grasas con un amplio intervalo plástico tienen algunos glicéridos que se mantienen en forma cristalina a alta temperatura y otros que permanecen líquidos a temperaturas bajas.

La consistencia de las grasas y el intervalo plástico son características relevantes en los sistemas alimentarios: un intervalo plástico amplio y cristales pequeños son requeridos en la crema y en los amasados a base de grasas.

Por otro lado, la manteca, tiene un intervalo plástico corto que genera una sensación agradable al derretirse en la boca.

Respecto al chocolate, los dos triglicéridos que lo componen tienen puntos de fusión apenas por debajo de la temperatura corporal, generando sensación agradable al derretirse en la boca. La manteca de cacao se derrite a los 34 °C.

La margarina, la cual es una grasa hidrogenada sólida obtenida a partir de aceites líquidos, se funde por encima de la temperatura corporal. Por eso, son más palatables los productos alimenticios a base de manteca que de margarina.

El tamaño de los cristales y la relación cristales/aceites influyen en la consistencia de las grasas. La grasa hidrogenada (margarina) contiene hasta 100 veces más cristales que la manteca, y el tamaño es más chico. Cuando los cristales son más grandes, el espacio entre los cristales también es grande, y la fase líquida tiende a fugarse entre los cristales, resultando grasas más blandas.

## Oxidación

La oxidación de los lípidos es una de las principales causas de deterioro químico de los alimentos. Su consecuencia organoléptica más importante es la aparición de olores y sabores desagradables, haciendo que el alimento sea inaceptable para el consumidor y reduciendo o limitando su vida útil. Además, la oxidación de las grasas puede reducir el valor nutritivo de los alimentos y algunos de los productos de oxidación son potencialmente tóxicos. Sin embargo, en determinadas condiciones es recomendable que se produzca un cierto grado de oxidación de las grasas para que los alimentos adquieran las características organolépticas deseables como es el caso de algunos quesos, algunas conservas de pescado o en algún producto frito.

Durante el proceso de oxidación, los lípidos reaccionan con el oxígeno molecular, lo que se conoce como “auto-oxidación”, mediante un proceso catalítico lento y a temperatura ambiente. Los ácidos grasos insaturados se oxidan más rápidamente en estado libre, que cuando forman parte de triglicéridos o de fosfolípidos. Al oxidarse se forman peróxidos, los cuales se descomponen en hidrocarburos, aldehídos, cetonas y en menor cantidad en epóxidos y alcoholes. También se oxidan las vitaminas A y E, y los ácidos grasos esenciales, disminuyendo así su valor nutricional.

Los factores que influyen en la oxidación lipídica son: la presencia de oxígeno, la luz, los agentes peroxidantes (metales, grupo hemo de la mioglobina y enzimas) y la presencia de agua.

## Hidrólisis

La hidrólisis de los enlaces ésteres (unión glicerol - ácido graso) se produce por acción enzimática o por calentamiento en presencia de agua. Cuando la hidrólisis es parcial genera ácidos grasos libres y además di glicéridos o monoglicéridos. Cuando la hidrólisis es total en presencia de agua y de un catalizador ácido, se produce glicerol libre y ácidos grasos libres. La liberación, por hidrólisis de ácidos grasos de cadena corta genera la aparición de sabor y olor desagradable (olor rancio).

## Punto de humo (PH), de ignición y de fuego

El punto de humo es la temperatura a la cual comienza a detectarse el humo durante el calentamiento de los lípidos. Al pasar el punto de humo de los lípidos, se inicia el proceso de descomposición: se oscurecen, aumenta la viscosidad y desprenden un olor rancio debido a las acroleínas desprendidas.

El proceso que se produce en este último caso es, como explican Medin R. & Medin S, 2011, en *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*: “Primero: se evapora el agua de constitución (en el caso de la manteca) luego se hidroliza en agua, glicerol y ácidos grasos; si el lípido se sobrecalienta el glicerol que se acumula debido a la hidrólisis, se deshidrata y se obtienen las acroleínas -aldehído insaturado- de olor picante y desagradable, desprendiéndose un gas azulado. Estos productos alteran las características organolépticas del alimento e irritan las mucosas”.

El punto de ignición o de estallido es la temperatura en la que se desprenden compuestos volátiles a una velocidad tal que puede producir una llama y el punto de fuego es la temperatura en la que los compuestos volátiles proporcionan una combustión continuada.

La temperatura de humo varía en cada grasa y aceite debido a la heterogeneidad de sus componentes. En los lípidos compuestos por mayor proporción de ácidos grasos libres y/o de cadena corta, la temperatura de humo es más baja y, por otro lado, a mayor grado de insaturación mayor punto de humo. El punto de un aceite puede disminuir cuanto mayor sea la superficie de contacto y el tiempo calentamiento, así como también cuantos más usos (más veces de calentamiento) haya sufrido y más impurezas tengan. La producción continua de humo es una indicación de sobrecalentamiento con el peligro que se incendie.

## Calor específico

Refiere a la cantidad de calor absorbido por unidad de peso cuando su temperatura aumenta un grado centígrado (ver Capítulo 1). Cuanto mayor es el calor específico, mayor es la energía involucrada en el medio lipídico a partir del calentamiento. Los aceites con mayor calor específico, son los mejores para realizar frituras, ya que poseen mayor eficiencia térmica.

El calor específico de un lípido es mayor cuando:

- Las cadenas de los ácidos grasos son más cortas.
- Contiene más dobles enlaces en las cadenas.
- Son líquidos a temperatura ambiente. Los lípidos líquidos tienen el doble de calor específico que los sólidos.

**Tabla 6.6.** Punto de humo, calor específico y usos culinarios de lípidos comunes.

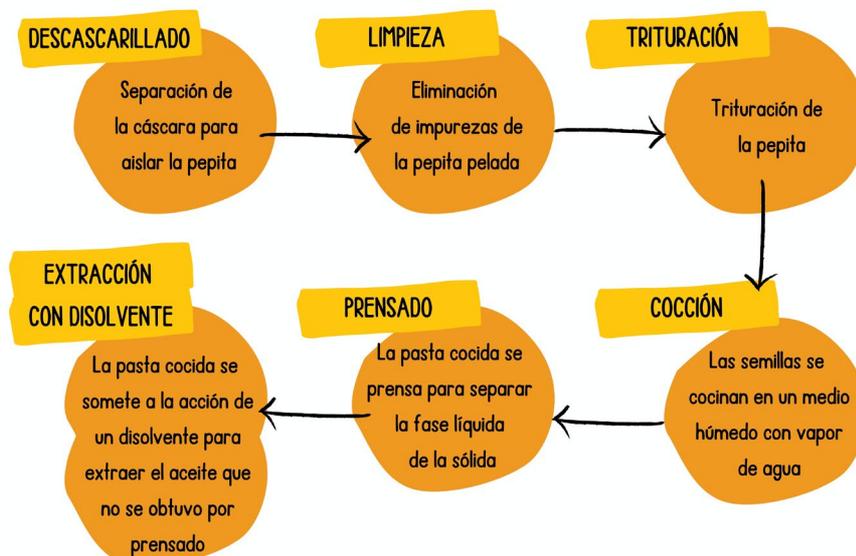
Lípido	Punto de humo aproximado	Calor específico	Usos
Aceite de girasol	240 – 260 °C	Alto	Fritura profunda. (Baja absorción lipídica). Condimento.
Aceite de soja	240 °C	Alto	Fritura profunda.
Aceite de maíz	240 °C	Alto	Fritura profunda. (Baja absorción lipídica). Condimento.
Aceite de uva	220 – 240 °C	Medio	Salteado. Condimento.
Aceite de olva extra virgen	175 °C	Bajo	Salteado. Condimento.
Aceite de oliva refinado	190 °C	Bajo	Salteado. Condimento.
Grasa de cerdo o vacuna	160 – 180 °C	bajo	Fritura profunda (alta absorción).

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Valores tomados de Medin, R., & Medin, S. P. Alimentos: Introducción técnica y seguridad. Capítulo 5.

## Aceites vegetales

En la actualidad existen diversos tipos de aceites extraídos de frutos o semillas. El proceso de obtención conlleva los pasos descritos en el siguiente esquema. Debe tenerse en cuenta que, según el origen del aceite, pueden variar algunos de ellos.

**Esquema 6.6.** Pasos en la obtención de aceite crudo de semillas o frutos.



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenido el aceite crudo, se somete a un proceso de refinación, con el objetivo de eliminar componentes indeseables del aceite. Estos componentes pueden ser: componentes naturales del aceite (fosfolípidos, ácidos grasos libres), compuestos de degradación (peróxidos) y componentes agregados durante las etapas de obtención del aceite crudo (hidróxido sódico).

**Esquema 6.7.** Proceso de refinación del aceite crudo.



*Nota. Fuente: elaboración propia.*

El aceite refinado es envasado principalmente en botellas de PET. La principal causa de deterioro de los aceites es la oxidación, producto del contacto con el oxígeno del aire. Para extender la vida útil del producto se desplaza el oxígeno contenido en el aceite y en el interior del envase por un gas inerte. En general el gas empleado es nitrógeno (ver Capítulo 7).

## Variedades de aceites vegetales

### Aceite de girasol

Se obtiene de la semilla de distintas variedades de *Helianthus annuus*. Contiene de 35 a 50 % de aceite. Posee un alto contenido de tocoferoles naturales (50 a 70 mg por cada 100 g de aceite). Se utiliza principalmente para freír y como condimento para ensaladas.

### Aceite de maíz

Se obtiene del germen como subproducto de la fabricación del almidón de maíz. Contiene de 20 a 40 % de aceite. Es poliinsaturado, contiene tocoferoles naturales entre 30 y 40 mg por cada 100 g de aceite. Se utiliza para ensalada y es estable para la fritura por su alto punto de humeo.

### Aceite de oliva

Se obtiene de la aceituna, la cual es un fruto de la especie *Olea europea*. Su composición depende de la variedad de la aceituna, el grado de maduración, las condiciones climáticas y agronómicas y de los procedimientos de elaboración.

Contiene un contenido predominante de ácido graso oleico (55 – 83 %) y en menor medida linoleico (3,5 – 21 %) y linolénico (<1,5 %). El aceite de oliva se denomina “virgen” porque hace

referencia a la obtención del aceite por medios mecánicos y físicos, sin incluir ningún procedimiento químico.

El aceite de oliva se clasifica según su acidez libre expresada en ácido graso oleico:

- Aceite de oliva virgen fino: contiene una acidez libre expresada como ácido oleico < 2 g/100g.
- Aceite de oliva virgen extra: contiene una acidez libre expresada como ácido oleico < 1g/100g.
- Aceite de oliva común: acidez libre < 3,3g/ 100g.

El aceite de oliva presenta mayor acidez que los aceites de semilla refinados y es menos estable a altas temperaturas (180 °C). Se utilizan para aportar sabor y olor a las preparaciones frías y, en condiciones adecuadas, se los utiliza para salteados sometidos a cocción de entre 130 a 150 °C.

### **Aceite de soja**

Se obtiene de la semilla *Glycina max*. Contiene entre un 15 – 23 % de aceite y tiene un alto contenido en ácido linoleico (>50 % del total) y contiene ácido oleico (19 – 30 %). Posee 30 mg de tocoferoles por cada 100 g de aceite. Se utiliza como base de productos industriales hidrogenados, como la margarina. Es resistente para la fritura.

### **Aceite de colza (aceite de nabo)**

Se obtiene de la semilla de la especie *Brassica*. Tiene una viscosidad elevada y se caracteriza por poseer una gran concentración de ácido Erúxico (AGMI). Este último se ha relacionado su consumo a lesiones en el musculo cardíaco y patologías del sistema nerviosos, por lo cual se han desarrollado variedades con baja proporción de este ácido, como el aceite de canola. Posee bajo contenido de AGS y alto contenido de linoleico y linolénico.

### **Aceite de uva**

Se obtiene de la pepita *Vitis vinífera*. Contiene entre un 7 – 10 % de aceite. Es rica en ácido linoleico (60 %) y contiene un elevado contenido de tocoferoles: 320 - 520 mg/100g. Su color es verde y su gusto característico. Es refinado y resistente al calor. Se utiliza principalmente como aderezo.

### **Aceite comestible mezcla**

Se obtiene a partir de dos o más variedades de aceites vegetales. Los aceites componentes deben estar presentes en un porcentaje mayor al 5 %. Deben rotularse indicando los tipos de aceites que lo componen.

## Procesos de modificación de triglicéridos

Los triglicéridos presentes en los productos naturales pueden ser modificados con el objetivo de lograr características deseables adecuadas a distintos sistemas alimentarios. A través de estos procesos se modifican sus características físico-químicas.

- **Hidrogenación:** mediante este proceso industrial se transforman los aceites líquidos en semisólidos o sólidos. El aceite a alta temperatura se expone a gas hidrógeno en presencia de un catalizador metálico como el níquel. De esta manera se lleva a cabo la incorporación de átomos de hidrógeno a los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados que componen los triglicéridos, a fin de formar ácidos grasos saturados, los cuales predominan en las grasas. Simultáneamente, ocurren diversas reacciones como la isomerización de los dobles enlaces cis a la configuración trans que es más estable. Estos productos hidrogenados se convierten en bases grasas para la obtención de margarinas, grasas para freír o *shortenings* para panificados.
- **Interesterificación:** es el proceso de reordenamiento (al azar o dirigido) de los grupos acilo en un mismo triglicérido o entre moléculas de diferentes triglicéridos. El proceso puede llevarse a cabo química o enzimáticamente, según se utilicen catalizadores químicos (sodio metálico, alcóxidos de sodio) o enzimas (lipasas). A diferencia de la hidrogenación, estas reacciones no afectan la saturación y no producen isomerizaciones; sólo producen una reacomodación de los ácidos grasos en las moléculas de los triglicéridos.
- **Fraccionamiento:** es la separación de un aceite en dos o más fracciones mediante un enfriamiento controlado. Los lípidos, al ser sustancias heterogéneas por estar conformadas por diferentes triglicéridos, no poseen un punto de fusión definido sino un rango de puntos de fusión. Esto hace posible que aún los aceites, que se distinguen por ser líquidos a temperatura ambiente, puedan contener altas cantidades de compuestos saturados con puntos de fusión significativamente mayores. El fraccionamiento se basa en separar las diversas fracciones de triglicéridos de un aceite o grasa, dando lugar a dos o más productos funcionales a partir del mismo producto original.

## Cocción de los alimentos en medio lipídico

El método de cocción de alimentos utilizando un medio lipídico se denomina fritura. Corresponde a la cocción por inmersión profunda de un alimento en un cuerpo graso, no considerando salteados ni rehogados ni cualquier otra forma que contemple lípidos.

La fritura es un método de cocción seco en un medio líquido y a elevada temperatura.

## Factores a tener en cuenta en una fritura

Existen diversos factores a tener en cuenta:

- Relación aceite - alimento: la cantidad de aceite o grasa debe ser mayor al alimento. Este debe quedar sumergido.
- Temperatura: el medio lipídico debe alcanzar una alta temperatura antes de sumergir el alimento (120 - 180 °C).
- Recipiente utilizado.
- Cantidad de usos del lípido: es conveniente utilizar aceites o grasas de primer uso.
- Tipo de lípido utilizado: deben elegirse grasas o aceites termoestables, con alto punto de humo.

Una fritura realizada de manera correcta, debe cumplir con las siguientes características:

- Debe ser crocante por fuera.
- Debe estar dorada sin estar quemada.
- El alimento debe estar correctamente cocido y tierno.
- El alimento no debe quedar grasoso.

Durante la fritura, el agua contenida en los alimentos produce una rápida desecación del exterior debido a su ebullición en la superficie, y se forma la costra característica de los alimentos fritos. El agua disminuye la temperatura caliente que rodea el alimento, impidiendo que éste se queme. Mientras se evapora el agua contenida el alimento no se quema, pero una vez que se evapora toda el agua, comienza a penetrar el aceite en el alimento. Al finalizar la cocción, se debe escurrir la mayor cantidad de aceite antes de que el alimento se enfríe, ya que, al enfriarse, el vapor que aún permanece dentro del alimento vuelve a condensarse, produciendo una baja de presión y, por ende, la absorción de aceite. Para evitarlo, se debe escurrir el aceite primero sobre el fuego y luego con papel absorbente. Por otra parte, a medida que el alimento se enfríe, la humedad interior hará que la costra se ablande.

## Factores que influyen en la absorción lipídica durante la fritura

- Temperatura y tiempo de cocción: en temperaturas por debajo de los 180 °C, el tiempo de cocción es mayor, por lo tanto, el alimento permanece más tiempo en contacto con el medio lipídico resultando una mayor absorción lipídica. En una fritura óptima, la absorción de aceite varía entre un 3 y 10 %.
- Superficie total y tamaño del alimento: cuanto mayor es la superficie de contacto del alimento con el medio lipídico, mayor es la absorción.
- Ingredientes en la preparación: un alimento blanqueado previamente en un medio húmedo, al someterlo a fritura absorbe más lípidos que el mismo alimento crudo. Las preparaciones

con grasas, azúcar y huevo absorben más cantidad de lípidos. Las preparaciones con envoltura como las milanesas disminuyen la cantidad de absorción.

- Temperatura de humo: a menor punto de humo del lípido, la temperatura alcanzada para realizar la fritura es menor, para evitar que el aceite se queme. A menor temperatura, mayor absorción.
- El tiempo de uso de un aceite: en cada fritura se produce un deterioro del lípido, debido a las altas temperaturas, el aporte de agua y de residuos orgánicos de los alimentos en cada fritura. Estos factores producen un aumento de ácidos grasos libres disminuyendo el punto de humo del aceite.

### Tipos de frituras según la temperatura

En la siguiente tabla se describen los tres tipos de frituras posibles según la temperatura utilizada.

**Tabla 6.7.** *Tipos de fritura según temperatura empleada.*

Tipo de fritura	Temperatura	Usos culinarios
<b>Medianamente caliente</b>	135 – 140 °C	Alimentos con gran grosor que necesitan más tiempo para que la temperatura alcance el interior
<b>Caliente</b>	155 – 160 °C	Alimentos previamente cocidos, que necesitan finalizar la cocción o formar costra
<b>Muy caliente</b>	180 °C	Alimentos que necesitan formar costra, por ejemplo, las papas fritas

*Nota.* Fuente: elaboración propia, recuperado de Garda, M.R. Técnicas del Manejo de los Alimentos. Capítulo 7.

### Funcionalidad de lípidos en masas

Los lípidos son componentes básicos de los amasados de panadería y pastelería.

- Aportan suavidad a la masa: cuanto más se mezclan la harina y la grasa, el producto se hace más tierno y menos hojaldrado.
- Formación de productos hojaldrados: al amasar pastas y bollos se evita la mezcla íntima entre la grasa y el resto de los ingredientes. Se forman capas de masa alternadas con grasa, dando origen a los productos de hojaldrado, como masas de tarta, empanadas o milhojas.
- En los productos friables generalmente están finamente dispersos (mayor concentración de lípidos en una masa, más se “deshace” la masa). Por ejemplo, la masa de la pasta frola.

## Deterioro de los lípidos

Los lípidos se deterioran durante los procesos de cocción, así como también durante el almacenamiento. Los procesos de deterioro son:

### Hidrólisis

Los lípidos en presencia de agua o humedad y calor, sufren hidrólisis de los enlaces éster de los triglicéridos, dando como productos monoglicéridos, diglicéridos y ácidos grasos libres. Se produce un aumento de la viscosidad, se tornan más oscuros, disminuye la tensión superficial y aumenta la formación de espumas. El aumento de ácidos grasos libres genera un gusto ácido desagradable y modifica el olor.

### Oxidación

Los ácidos grasos se oxidan en presencia de oxígeno, y este proceso se acelera con las exposiciones a altas temperaturas. Los ácidos grasos poliinsaturados son más susceptibles a la oxidación en comparación a los saturados. Como resultado se forman peróxidos y radicales libres que dan lugar a la formación de aldehídos, cetonas, lactonas, ácidos y ésteres. Se producen olores y sabores desagradables, oscurecimiento, aumento de la viscosidad y se forman espumas.

### Polimerización

Es la formación de moléculas con alto peso molecular llamados polímeros, por la unión de radicales libres y ácidos grasos. Se produce un aumento de la viscosidad y de la formación de espumas.

## Referencias

- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo VII: Alimentos grasos aceites alimenticios.
- Camila P., Carrín M. E., (2014) Revista: CIENCIA E INVESTIGACIÓN - TOMO 64 N° 2 [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/13510/CONICET\\_Digital\\_Nro.16727.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/13510/CONICET_Digital_Nro.16727.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Garda, M.R. (2016). *Técnicas del Manejo de los Alimentos*. Capítulo 7: Lípidos. Editorial Eudeba.
- Gil, A. (2017). *Tratado de nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Tomo III. Capítulo 12: Grasas y aceites. Editorial Médica Panamericana.
- Koppmann, M. (2015). *Nuevo Manual de Gastronomía Molecular: El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Capítulo 4. Editorial Siglo XXI.

Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 5: Grasas y aceites. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

Práctica 3: determinación del grado de oxidación lipídica. Recuperado en [https://ppcta.unizar.es/sites/ppcta.unizar.es/files/users/ARCHIVOS/Videos\\_y\\_otros/Documentos/PRACTI-CAS\\_ANALISIS/practica\\_3\\_determinacion\\_del\\_grado\\_de\\_oxidacion\\_lipidos.pdf](https://ppcta.unizar.es/sites/ppcta.unizar.es/files/users/ARCHIVOS/Videos_y_otros/Documentos/PRACTI-CAS_ANALISIS/practica_3_determinacion_del_grado_de_oxidacion_lipidos.pdf)

# CAPÍTULO 7

## Procedimientos en la elaboración de alimentos

*Araceli Lebrero*

### Introducción

Todos los alimentos, antes de ser consumidos, son sometidos a uno o más procedimientos, con el objetivo de obtener una modificación cualitativa y/ o cuantitativa. En la mayoría de los casos lo hacemos a través de una receta de cocina, que debe cumplir con determinadas condiciones para que cumpla su función. Una receta es un conjunto de instrucciones que describen un proceso culinario de forma ordenada.

### Uso e Interpretación de las recetas de cocina

Las ventajas de usar recetas de cocina son:

- Asegurarse que el plato quedará bien.
- Se ahorra tiempo y energía.
- Se conoce la cantidad de porciones que rinde.
- Simplifica la tarea.
- Evita el desperdicio y pérdida de alimentos.
- El plato siempre quedará igual: sabor, apariencia, textura y color uniforme; se estandariza.
- Permite conocer el costo.

Características deseables en las recetas a utilizar:

- Que la fuente de información sea confiable.
- Que la receta haya sido probada bajo condiciones similares a las de nuestro país.
- Que sea fácil de leer y seguir.
- Que no requiera utensilios y equipamientos sofisticados.
- Que los ingredientes principales sean económicos.

Una buena receta debe ofrecer la siguiente información:

- Lista de ingredientes en el orden en que se van a utilizar.
- Método y tiempo que tomará la cocción.
- Temperatura a la cual se va a cocinar.
- Raciones o porciones que rinde la receta.
- Direcciones o indicaciones en pasos breves, claros y en secuencia.
- Direcciones o indicaciones especiales de ser necesario.

¿Cómo se deben redactar? Para que una receta esté redactada en forma correcta debe tener:

- Un título.
- Los verbos deben estar expresados en infinitivo, por ejemplo, agregar, mezclar, incorporar.
- La selección de alimentos debe ser completa y correcta, por ejemplo, si lleva harina aclarar si es leudante, 0000 o integral.
- Tipo/s de cocción y temperatura.
- Ingredientes ordenados en forma decreciente (de mayor cantidad a menor cantidad).
- La cantidad de los ingredientes expresados en medidas (kg, g, cc).
- Las porciones que rinde.
- El procedimiento completo.

¿Cómo se deben interpretar?

- Leer bien la receta hasta el final.
- Determinar el equipamiento necesario.
- Hacer una lista de los ingredientes y utensilios necesarios.
- Evaluar los procedimientos previos (blanqueo de vegetales, remojo de legumbres, sellado de carnes, por ejemplo).

Recomendaciones generales:

- Familiarizarse con los términos que se utilizan en la receta.
- Asegurarse que se cuenta con el tiempo necesario que requiere la preparación de la receta en forma completa.
- Escribir en la receta sustituciones o alteraciones; si es necesario reducir o aumentar cantidades.
- Medir los ingredientes cuidadosamente, utilizar en lo posible una balanza o jarra medidora.

Partiendo de una receta redactada en forma correcta comenzaremos a manipular los alimentos utilizando los distintos tipos de procedimientos. Eligiendo los procedimientos correctos y adecuados se logrará garantizar la seguridad bromatológica y mejorar la calidad organoléptica, del sistema alimentario al mismo tiempo que tendrán impacto en la calidad nutricional del alimento, pudiendo ésta ser perjudicada si no se utiliza el procedimiento indicado.

## Tipos de procedimientos

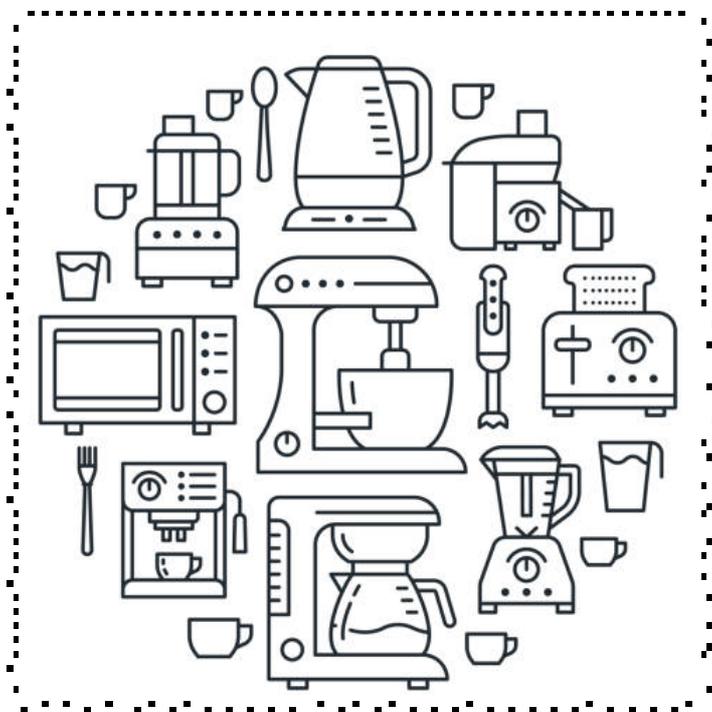
Los procedimientos utilizados en la elaboración de alimentos pueden ser: mecánicos, físicos, químicos, biológicos e higiénico-sanitarios.

### Procedimientos mecánicos

Tienen como objetivo, mejorar el estado bromatológico de los alimentos, así como también obtener tamaños de los alimentos adecuados a distintos tipos de cocción y preparaciones.

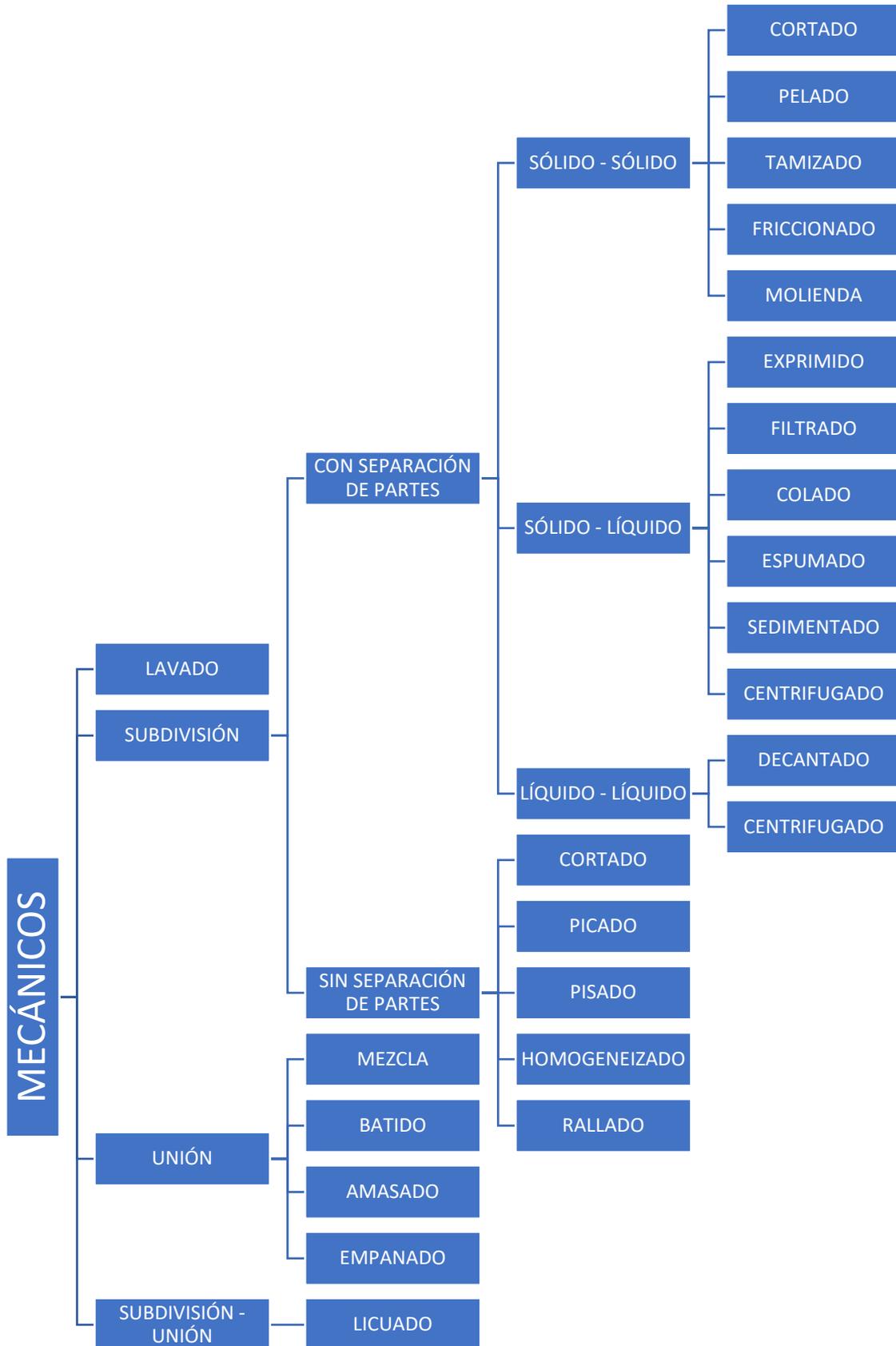
En el siguiente esquema, se resumen los tipos de procedimientos mecánicos.

**Imagen 7.1.** Equipamientos utilizados para procedimientos mecánicos.



*Nota.* Fuente: Banco de fotos: Pixabay.com

**Esquema 7.1. Tipos de procedimientos mecánicos.**



Nota. Fuente: elaboración propia.

## Lavado

Es el procedimiento que tiene como objetivo higienizar los alimentos, eliminando partículas extrañas, tierra, suciedad, etc.; mejorando su calidad bromatológica. El agua utilizada debe cumplir con las normas de pureza del Código Alimentario Argentino.

## Subdivisión

Este procedimiento tiene como objetivo reducir el tamaño de los alimentos, ya sea con separación de partes o sin separación de partes.

### Subdivisión con separación de partes

Este procedimiento tiene como objetivo separar partes de los alimentos no deseadas, pudiendo ser partes comestibles o desechos. Se mejora el estado sanitario de los alimentos, y se modifica el valor nutricional.

#### a) Separación de partes sólidas

- Cortado: separación de partes desechables o culinariamente no deseadas. Por ejemplo: quitar el tronco a la flor del brócoli o quitar la grasa visible a un bife.
- Pelado: separación de cáscaras o piel de frutas u hortalizas, cáscaras de huevo duro.
- Tamizado: separación de partículas sólidas de diferentes tamaños utilizando un tamiz. Por ejemplo, tamizar la harina en la elaboración de una torta.
- Friccionado: separación de cáscara de algunos alimentos por fricción, por ejemplo, el arroz pulido o el pelado de papas.
- Molido: separación de granos en sus diferentes componentes.

#### b) Separación de partes sólidas y líquidas

- Exprimido: separación del líquido de un alimento sólido, utilizando un exprimidor, manual o eléctrico. Por ejemplo, el jugo de las hortalizas o frutas.
- Filtrado: separación de partículas sólidas contenidas en un medio líquido, por medio de telas metálicas, papel, telas de seda o capas de algodón. Por ejemplo, una infusión.
- Colado: separación de partículas sólidas en un medio líquido, pero utilizando un colador, el cual contiene orificios más grandes que un tamiz. Por ejemplo, separar el arroz del medio líquido de cocción.
- Espumado: filtrado que se realiza por medio de utensilios perforados, sobre la superficie de un medio líquido, para quitar los sólidos que sobrenadan o flotan.
- Sedimentado: para separar de los líquidos los sólidos insolubles, que caen por gravedad al fondo del recipiente durante el reposo.
- Centrifugado: separación de partículas sólidas no solubles de los líquidos que los contienen. Es mucho más rápida y completa que la sedimentación.

**c) Separación de partes líquidas**

- Decantado: separación de líquidos de diferente densidad por gravedad y reposo, por ejemplo, aceite y agua.
- Centrifugado: separación de dos líquidos aplicando fuerza de centrifugación. Por ejemplo, la separación de la grasa de la leche.

**Subdivisión simple o sin separación de partes**

Mediante este proceso se transforma a los alimentos en porciones más pequeñas, semejantes entre sí, sin modificar el valor nutritivo, aunque al aumentar la relación superficie/ volumen, existe un mayor contacto de los alimentos con el oxígeno, produciéndose reacciones oxidativas.

Dentro de este grupo se encuentran:

- Cortado: subdivisión en trozos mediante la utilización de un cuchillo, por ejemplo, cortar un tomate crudo en cubos para preparar una ensalada.
- Picado: subdivisión en trozos más pequeños, utilizando un cuchillo o una picadora. Por ejemplo: picar un trozo de lomo con la picadora o picar un diente de ajo con una cuchilla.
- Trituración o pisado: subdivisión por medio de fuerza de presión, para aplastar y romper los alimentos, por ejemplo, en los cereales que se consumen íntegramente, como el maíz, el trigo integral y el grano de café tostado, o un puré de papa.
- Homogenización: para subdividir en finas gotas las grasas mezcladas con líquidos. Se aplica especialmente a la leche, a la crema y a varios tipos de salsas comerciales, y se hace por batido mecánico o manual.
- Rallado: subdivisión en partes más pequeñas, utilizando como herramienta el rallador. Por ejemplo, una zanahoria rallada o un trozo de queso sardo.

**Unión**

Es la operación que permite juntar dos o más alimentos en una preparación por métodos manuales. Tiene como objetivo modificar el aspecto, la presentación y mejorar la digestibilidad. En este caso no se mejora el estado sanitario de los alimentos.

**Mezcla**

Se realiza para obtener una distribución uniforme de todos los componentes. Puede realizarse entre:

- Dos alimentos líquidos miscibles entre sí: agua y leche.
- Un alimento líquido y uno sólido: leche y harina.
- Dos alimentos sólidos pulverizados: harina y polvo de hornear; distintos tipos de harinas.

Hay factores que influyen el grado de mezclado de los alimentos:

- Forma, densidad y tamaño relativo de cada alimento.

- La tendencia de los materiales para formar agregados.
- El contenido acuoso.
- Las características superficiales de cada sustancia.

### **Batido**

Se realiza para incorporar un alimento en otro pero no espontáneamente miscibles. Se trata de una mezcla, pero con aplicación de energía, y requiere un batidor, eléctrico o manual. Este procedimiento sirve para unir:

- Dos alimentos líquidos no miscibles entre sí: aceite y vinagre.
- Un alimento líquido y uno sólido no soluble: agua y harina.
- Dos alimentos sólidos no pulverizados: azúcar y manteca.
- Un gas y un alimento líquido: aire y clara de huevo.

### **Amasado**

Este procedimiento se utiliza para obtener un producto final homogéneo (masa), a partir de varios ingredientes líquidos y sólidos, con características diferentes entre sí. Se requiere aplicar energía y la técnica del amasado puede ser manual o eléctrica.

### **Empanado o enharinado**

Para preparar sistemas alimentarios, donde debe cubrirse un alimento con otro. Por ejemplo, milanesa.

## **Subdivisión y unión**

### **Licuadao**

A través de la licuadora, máquina que subdivide y une a la vez.

## **Procedimientos físicos**

Estos procedimientos incluyen la aplicación de calor y frío. El calor es la forma de cocción de los alimentos y tiene como objetivo asegurar la calidad microbiológica, mejorar la digestibilidad y lograr sistemas alimentarios posibles de ser ingeridos, influyendo en el color, forma y consistencia.

Por otro lado, el frío, se aplica a los alimentos para conservarlos más tiempo, retardando la maduración de frutas y verduras, y enlenteciendo la reproducción microbiana.

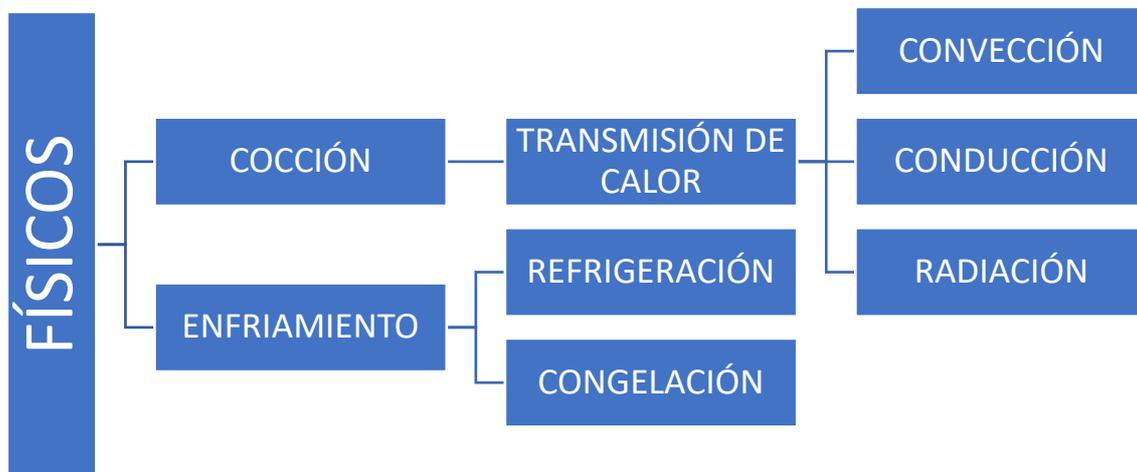
En el esquema 7.2, se resumen los tipos de procedimientos físicos.

**Imagen 7.2.** Equipamiento para procedimientos físicos.



Nota. Fuente: Banco de fotos: Pixabay.com

**Esquema 7.2.** Tipos de procedimientos físicos.



Nota. Fuente: elaboración propia.

## Calor

A través de la aplicación de calor, se producen modificaciones físico químicas que influyen en la consistencia, apariencia y calidad sanitaria de los alimentos o sistemas alimentarios.

El calor se define como energía que se manifiesta por un aumento de temperatura y procede de la transformación de otras energías; es originada por los movimientos vibratorios de los átomos y las moléculas que forman los cuerpos.

En el proceso de cocción de los alimentos, hay transferencia de calor de un cuerpo caliente (fuente calórica) a otro más frío (alimento).

Pueden diferenciarse tres formas de transmisión de calor:

### Convección

Este mecanismo se da en fluidos, como líquidos y gases, en los cuales las partículas se encuentran dispersas. Se basa en el desplazamiento de las partículas debido al cambio de densidad ocasionado por el aumento de la temperatura. Al colocar un recipiente con agua sobre una

hornalla prendida, el agua de la parte inferior se calienta aumentando su temperatura. Al aumentar la temperatura, el fluido se expande y disminuye la densidad. De este modo, las partículas menos densas migran hacia la parte superior del recipiente. Al mismo tiempo, las partículas más frías descienden a la base, generándose de esta manera corrientes de movimiento, denominadas corrientes de convección. Este método implica movimiento de materia.

Ejemplos de este método de cocción son:

- papa hervida: corrientes de convección, donde el fluido es agua.
- papa frita: corrientes de convección, donde el fluido es aceite.
- papa al horno: corrientes de convección, donde el fluido es aire.

### **Conducción**

Este mecanismo se da en sólidos, donde las moléculas se encuentran muy juntas entre sí. Al aumentar la temperatura de las moléculas, se genera energía de movimiento, denominada energía cinética. Esta energía se transmite por agitación de molécula a molécula, sin movimiento de materia. Por ejemplo, al colocar una sartén al fuego, podremos observar que, después de unos minutos, el asa estará tan caliente como la base. Esto es debido, a la energía cinética causada por el aumento de temperatura, la cual se transmite de molécula a molécula desde la base donde se encuentra la fuente calórica hacia toda la superficie.

Todos los sólidos propagan calor, pero no de igual manera, ya que esto depende de su conductividad térmica:

- metales: son buenos conductores de calor: por ejemplo, una olla de cobre o de acero.
- madera, ladrillo, corcho, etc.: son malos conductores de calor, (por eso ponemos la tabla de madera sobre la mesa para apoyar la olla o la pava caliente arriba).

### **Radiación**

Es la emisión, propagación y transferencia de energía en cualquier medio en forma de ondas electromagnéticas. Este mecanismo no requiere partículas para transmitir el calor, ya que las ondas son transmitidas al vacío.

La radiación emitida desde un cuerpo puede ser:

- reflejada (rebota).
- transmitida (pasa de lado a lado, se transmite).
- absorbida (aumenta la temperatura).

Las radiaciones, según la fuente de energía pueden ser:

- ionizantes: surgen de reacciones nucleares y no producen el aumento de la temperatura. Son utilizadas para irradiar alimentos como método de conservación. Incluyen rayos X y rayos gamma
- no ionizantes: producen el aumento de la temperatura. Incluyen: los rayos UV del sol, rayos infrarrojos producidos por una parrilla y las microondas.

## Cocción de los alimentos

Este procedimiento tiene como objetivo:

- Mejorar la digestibilidad de los nutrientes que lo componen.
- Alcanzar características organolépticas deseadas.
- Garantizar la seguridad bromatológica, mediante la destrucción de microorganismos patógenos
- Modificar la estructura química de los componentes para que puedan ser ingeridos adecuadamente.

### Modificaciones físicas durante la cocción

Dependen de la naturaleza de los alimentos, de los componentes y del método de cocción empleado.

Por ejemplo: los cambios producidos en un bife cocido a la plancha no serán los mismos producidos en un bife cocido por hervido. Como tampoco lo es en una papa cocida por hervido o por baño de fritura.

- **Volumen:** puede aumentar o disminuir, según los fenómenos que ocurran en los alimentos, por ejemplo:
  - disminución por pérdida de agua por evaporación o por pérdida de grasa por fusión, como sucede en las carnes.
  - aumento por absorción de agua. Por ejemplo, el que sucede en la cocción del arroz por hervido.
  - aumento por expansión de gases como se produce en la cocción de un bizcochuelo.
- **Color:** los colores de los sistemas alimentarios cambian en función de diversos factores influyentes y las distintas reacciones que se generen por el aumento de la temperatura. Algunos procesos son:
  - Caramelización de azúcares: otorgando un color amarronado “caramelo”, por ejemplo, en la cocción de una zanahoria en medio seco.
  - Reacción de *Maillard*, producida entre un azúcar reductor y un aminoácido, generando melanoidinas de color pardo. Por ejemplo, en las carnes cocidas a la plancha o en la corteza del pan.
  - Pigmentos vegetales, los cuales pueden aclararse o concentrarse.
- **Consistencia:** un alimento puede disminuir o aumentar su consistencia durante al cocción debido a diversos fenómenos físico químicos, como el ablandamiento de las células vegetales, desnaturalización y coagulación proteica, gelatinización y dextrinización del almidón.
- **Sabor:** durante la cocción se modifica el sabor y aroma de los alimentos, debido a los compuestos generados en las transformaciones fisicoquímicas.

### Modificaciones en los macronutrientes por cocción

- **Proteínas:** las moléculas proteicas se desnaturalizan y coagulan por aplicación de calor:
  - entre 60 - 100 °C: se desnaturalizan, pierden la solubilidad y se produce la coagulación proteica. Mejora la digestibilidad.
  - entre 100 - 140 °C: se produce reacción de *Maillard* y reducción de la digestibilidad.
  - Más de 140 °C: pérdida de valor nutritivo por destrucción de aminoácidos.
  
- **Hidratos de carbono:** los cambios producidos son diferentes en los hidratos de carbonos simples y complejos.
  - En los **azúcares simples**, con el aumento de temperatura se produce la caramelización: el azúcar se funde y cambia de color. En este proceso influyen: tipo de azúcar, pH, tiempo y temperatura de calentamiento.

Como explican Rembado & Sceni, 2009, la caramelización se produce cuando una solución concentrada de azúcar es tratada a alta temperatura. Puede ocurrir tanto en medio ácido como alcalino, pero los productos obtenidos dependen de estas condiciones:

✓ **Caramelización en medio ácido:** se produce por la deshidratación de los azúcares y posterior polimerización. En estas reacciones se forman principalmente compuestos de alto peso molecular con doble enlaces conjugados. Por lo tanto, el caramelo obtenido es oscuro y tiene poco aroma.

✓ **Caramelización en medio alcalino:** se producen isomerizaciones de los azúcares y fragmentaciones de las cadenas, generándose compuestos volátiles de bajo peso molecular. El caramelo obtenido en este caso es más claro que el anterior, pero tiene más aroma.

- En los **azúcares complejos**, las modificaciones varían según si el método de cocción es húmedo o seco. En un medio húmedo se produce la gelatinización del almidón. En un medio seco se produce dextrinización del almidón.

✓ **Gelatinización:** según Rembado & Sceni, 2009, las cadenas de amilosa y de amilopectina están organizadas dentro del gránulo de almidón de maneras muy compactas, estabilizadas por interacciones de puente de hidrógeno intra e intermoleculares. Debido a esta estructura tan compacta, el almidón es insoluble en agua fría pero, si se lo calienta, los enlaces de hidrógeno se rompen y el agua comienza a ingresar al gránulo provocando el hinchamiento del mismo y la consecuente pérdida del orden interno. Durante el hinchamiento también se produce la liberación de amilosa que queda en dispersión coloidal y esto provoca un aumento en la viscosidad de la pasta de almidón. Todo este proceso se llama gelatinización y la temperatura a la cual ocurre varía entre 60 y 95 °C aproximadamente.

✓ **Dextrinización:** las cadenas de los polisacáridos se descomponen formando cadenas más cortas llamadas dextrinas, con cambio de color y sabor.

## Métodos de cocción

A continuación describiremos la clasificación de los métodos de cocción, según lo menciona Rita Garda (2016).

### Medio húmedo o acuoso

1. **Blanqueado o escaldado:** cocción incompleta de un alimento, que recibe el efecto térmico del agua hirviendo durante un período de tiempo muy corto (entre 10 y 30 segundos). Puede considerarse una operación previa con el propósito de inactivar las enzimas, remover pieles o atenuar el sabor, por ejemplo, en el congelado de verduras y frutas.
2. **Hervido:** implica la cocción de un alimento por inmersión en agua o en un caldo, que puede realizarse a partir de agua fría, caliente o en ebullición.
3. **Fuego lento:** se diferencia del hervido por la menor cantidad de agua y la temperatura inferior a 100 °C, (entre 90 °C y 98 °C), sin llegar a ebullición.
4. **Vapor a presión normal:** la temperatura es de 100 °C a 760 mm de Hg de presión; el calentamiento se produce por convección del vapor de agua a 100 °C. El agua en ebullición también está a 100 °C, tiene igual temperatura pero diferente cantidad de calor.

La cantidad de agua que toma contacto con el alimento en la cocción por vapor es mínima y por eso los fenómenos de disolución son pocos.

La cocción se realiza en recipientes llamados marmitas, que tienen una malla metálica, debajo de la cual se coloca el agua y encima de ésta el alimento. El vapor se condensa a su alrededor.

5. **Vapor a presión elevada:** la diferencia con la cocción a vapor reside en que el punto de ebullición del agua puede elevarse por encima de los 100 °C en una olla a presión o autoclave, donde el vapor ocupa el lugar que ocupaba el aire y la presión se eleva rápidamente. Es necesario aumentar la temperatura a medida que aumenta la presión para que las moléculas de agua puedan transformarse en vapor.

### Medio seco o no acuoso

1. **Aire libre:** es energía radiante que calienta el aire que se renueva produciendo la evaporación de agua, manteniéndose el carácter seco del alimento. Según la relación entre la fuente calórica con el alimento, existen procedimientos distintos, que son los siguientes:

- **Parrilla:** la fuente calórica se encuentra a distancia variable pero siempre pequeña (más o menos 30 cm) y todas las partes del alimento se encuentran a igual distancia de la misma. La cocción se realiza por calentamiento continuo.
- **Asador:** la fuente calórica se encuentra más alejada y a diferente distancia del alimento. La acción de desecación es sostenida y lenta, sin mucha modificación de la superficie y el calentamiento es continuo demorando 2 o 3 hs. No se forma costra y se cocina al mismo tiempo el interior que el exterior.

- **Spiedo:** el calentamiento es discontinuo y, además, la superficie que se rocía o pincela con grasa facilita que se forme una costra. Esta película de grasa evita o reduce la evaporación del agua; por eso, resulta una preparación muy jugosa.
2. **Aire confinado:** horno: la forma de energía calórica producida en un horno se debe mayormente a la radiación y, en menor proporción, a la conducción. El calor produce evaporación de agua del alimento, que queda en el recinto, haciendo al aire caliente más húmedo. Es importante tener en cuenta el material del recipiente que se utiliza en la cocción al horno, ya que existen algunos de superficie brillante que evitan la llegada de los rayos electromagnéticos y, de esta manera, se prolonga excesivamente la cocción. Los más aconsejados son los materiales opacos u oscuros, que permiten el paso de la energía radiante, reduciéndose el tiempo de horneado. El vidrio es también buen material para utilizar con la energía radiante.
  3. **Medio lipídico:** cuando la transferencia de calor se realiza por un medio lipídico, debido al calor específico y a las características físicas de los mismos, se utilizan siempre temperaturas muy elevadas, proporcionando textura y sabor particulares y favoreciendo la palatabilidad de los alimentos. Puede ser:
    - **Salteado:** es un método de cocción rápida, parcial o total de un alimento, que se caracteriza por la poca cantidad de lípido a alta temperatura.
    - **Fritura:** es un método de cocción total del alimento, para lo cual debe ser sumergido en un lípido que ha sido calentado previamente a temperaturas elevadas (alrededor de 180 °C), provocando en el alimento un calentamiento rápido y uniforme.
  4. **Plancha:** cocción a temperatura elevada del alimento, situado sobre una placa caliente de fundición, que transfiere por conducción el calor recibido desde una fuente calorífica generalmente de gas o electricidad.
  5. **Baño maría o baño de María:** se utiliza cuando los sistemas alimentarios tienen abundante cantidad de huevos y harinas formando geles, como en el caso de flanes y budines. De esta forma se elimina la necesidad de batir la mezcla continuamente y, además, impide cocinarlos directamente sobre la fuente calórica, ya que el calor excesivo produce el rompimiento o cuajado de los productos y la separación de sus fases.  
La cocción mediante el baño de agua es lenta, debido a que el calor (temperatura entre 90 y 95 °C) le llega al alimento por conducción desde el agua que está en el recipiente, cuya temperatura no debe alcanzar la ebullición para que no ocurra el fenómeno anteriormente explicado.
  6. **Gratinado:** el gratinado consiste en dar una fuente de calor a temperatura elevada para dorar la parte superior de un producto. Un alimento gratinado posee color dorado en su superficie gracias a los productos de las reacciones de *Maillard*. Generalmente se aplica el gratín a los

alimentos que poseen en su capa más externa queso rallado, pan rallado, migas de pan, puré de papas, entre otros.

### **Cocción mixta**

Resulta de la combinación de medio seco y medio húmedo de cocción y se emplea en hortalizas y especialmente en carnes. El medio seco produce modificaciones particulares como la desecación de la superficie y la formación de productos de tostación que posteriormente influyen en el sabor y color de la preparación. Luego se agrega el líquido que puede ser agua o caldo y se completa la cocción a fuego lento, resultando una carne de menor consistencia por el ablandamiento del tejido conectivo. Por ejemplo, se emplea este método para la cocción de distintos tipos de carnes, estofados y guisos.

### **Microondeado**

Se realiza en hornos a microondas donde la producción de calor es muy rápida, la disponibilidad del agua se mantiene alta -no se superará el punto de ebullición por lo tanto la temperatura de cocción no supera los 100 °C-. Así se impide la formación de costra y la reacción de *Maillard* en la superficie. A partir de un alimento deshidratado o con alta concentración de azúcar, puede elevarse la temperatura permitiendo así la caramelización.

## **Enfriamiento de los alimentos**

Este procedimiento tiene como objetivo la conservación de los alimentos y aumentar su vida útil, a través de:

- La reducción de la actividad microbiana y enzimática.
- Retrasar la maduración de frutas y verduras.

El enfriamiento es una forma de transmisión de calor, desde el alimento hacia el entorno, en busca del equilibrio térmico.

En este procedimiento se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Tiempo de enfriamiento de los alimentos cocidos: según el CAA, la temperatura en el centro del alimento debe reducirse desde 60 °C a 10 °C en menos de 2 hs y a continuación almacenar a 4 °C.
- Temperatura de riesgo microbiano: el rango entre 5 °C - 60 °C, es el de mayor riesgo de contaminación microbiana, ya que en ese rango los microorganismos se desarrollan a alta velocidad. Por eso los alimentos deben conservarse por debajo de los 5 °C.
- Según lo referido por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología (ANMAT): para lograr un enfriamiento rápido de los alimentos cocidos se debe reducir la temperatura interna de los mismos en dos etapas. Durante la primera se deberá reducir la temperatura de 60 °C a 21 °C en dos horas y durante la segunda, se deberá reducir de 21 °C a 5 °C en otro

período adicional de dos horas, con lo cual se tiene un tiempo total máximo de cuatro horas para disminuir la temperatura a 5 °C.

Por otra parte, la velocidad de enfriamiento de un alimento depende de:

- Estado de agregación del alimento a enfriar: los alimentos en estado líquido tardan más tiempo en enfriarse que los alimentos sólidos, en igual volumen y sin agitación; mientras que, los líquidos a diferencia de los sólidos, pueden ser agitados mientras se enfrían acelerando el tiempo de entrega de calor al medio.
- Medio en que se realiza el enfriamiento: un alimento se enfría más rápido rodeado de agua fría que en el aire.
- Material del recipiente que contiene el alimento: el vidrio, hierro esmaltado y aluminio, como todos los recipientes de metal conducen la energía más rápidamente, acelerando los tiempos de enfriamiento.
- Volumen del alimento a enfriar: a mayor volumen, más energía. Las preparaciones de gran volumen deben ser fraccionadas para acelerar los tiempos de enfriamiento.

**Tabla 7.1. Recomendaciones sobre enfriamiento de alimentos.**

<p><b>Recomendaciones a seguir para lograr un adecuado enfriado rápido de los alimentos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1.</b> Dividir/ fraccionar en porciones más pequeñas las piezas/batches grandes. Los recipientes deben ser preferentemente de no más de 5 o 6 centímetros de profundidad, de aluminio o acero inoxidable.</li> <li><b>2.</b> Colocar las porciones de alimentos calientes en los recipientes de elección, -previamente enfriados- teniendo la precaución de dejar espacios entre las porciones para una mejor circulación del aire frío.</li> <li><b>3.</b> Colocar los recipientes llenos sobre camadas de hielo o en recipientes más grandes conteniendo hielo.</li> <li><b>4.</b> Revolver/ agitar cada 15 minutos los alimentos dentro del recipiente.</li> <li><b>5.</b> Colocar los recipientes en la heladera. En esta etapa se pueden emplear recipientes de hasta 12 cm de profundidad, salvo en el caso de sopas o preparaciones viscosas, en las que no se debe rebasar el nivel de 7 cm. Es necesario dejar espacio entre los recipientes para que el aire frío circule y hacer más eficiente el proceso.</li> <li><b>6.</b> No tapar/ cubrir los recipientes, para evitar que el proceso sea más lento.</li> <li><b>7.</b> Medir la temperatura de los alimentos con un termómetro para observar que se cumplan las etapas en los tiempos estipulados.</li> <li><b>8.</b> En caso de no cumplirse estos criterios, se tomarán las acciones correctivas que pueden ir desde decidir el recalentamiento rápido del alimento a 75°C dentro de las dos horas siguientes o descartar el alimento.</li> </ol>
---

*Nota.* Fuente: Recomendaciones para la correcta Manipulación de Alimentos en Locales que elaboran y venden comidas preparadas. ANMAT.

## Refrigeración

La temperatura del aire de refrigeración de una heladera debe estar entre 0 °C y 7 °C. Los alimentos deben ordenarse de manera tal que el aire pueda circular entre ellos, con lo cual debe evitarse el amontonamiento.

No deben refrigerarse alimentos a más de 20 °C, ya que el calor disipado produce el aumento de temperatura de todo el aire de refrigeración. Por eso los alimentos calientes deben ser enfriados antes de ser refrigerados en la heladera.

**Tabla 7.2. Tiempo de conservación de alimentos en heladera y frízer.**

Alimento	Heladera	Frízer	Observaciones
<b>Carne de vaca cruda</b>	3 - 5 días	6 -12 meses	Envolver en film impermeable al oxígeno y semipermeable a la humedad.
<b>Carne de vaca picada cruda</b>	1 día	3 - 4 meses	Ídem
<b>Carne de vaca cocida</b>	3 - 4 días	2 - 3 meses	Ídem
<b>Pollo crudo</b>	1 - 2 días	9 meses	Ídem
<b>Pollo cocido</b>	3 - 4 días	4 - 6 meses	Ídem
<b>Pescados y mariscos crudos</b>	1 - 2 días	2 - 6 meses	Ídem
<b>Pescado enlatado abierto</b>	3 - 4 días	No freezar	Trasvasar. NO conservar en lata.
<b>Leche y crema (envase cerrado)</b>	Fecha de vencimiento	No freezar	
<b>Leche y crema (envase abierto)</b>	3 días	No freezar	
<b>Manteca (envase abierto)</b>	2 semanas	No freezar	
<b>Frutas y verduras</b>	1 semana	Requieren tratamiento previo	Según estado de maduración y contenido acuoso
<b>Huevos crudos con cáscara</b>	3 - 5 semanas	No freezar	No lavar
<b>Huevos cocidos</b>	1 semana	No freezar	
<b>Aderezos (envase abierto)</b>	2 meses	No freezar	

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## **Congelación de los alimentos**

Es un método de conservación, ya que el congelamiento tiene actividad bacteriostática, o sea, no permite la reproducción bacteriana, minimiza la actividad enzimática y disminuye la actividad del agua. Al disminuir la temperatura a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  se reduce la actividad de agua por el cambio de estado líquido a cristales de hielo (ver Capítulo 2).

El punto de congelación de un alimento se define como la temperatura en que se encuentran en equilibrio el agua y pequeños cristales de hielo. El proceso de congelación, como explica Medin & Medin (2011), conlleva los siguientes pasos:

- **Precongelación:** es el tiempo transcurrido desde el inicio del proceso hasta que se alcanza la temperatura crioscópica, punto en que comienza la cristalización del agua.
- **Congelación:** en este período la temperatura se mantiene constante, se produce la cristalización del agua y toda la energía es utilizada para el cambio de fase del agua -líquida a sólida-.
- **Reducción de la temperatura:** tras la solidificación, la temperatura tenderá a equilibrarse con el medio de almacenamiento. La temperatura alcanzada en el centro térmico del alimento dependerá de la composición del mismo y se verá influenciada por el porcentaje de agua congelable, la concentración de solutos y las interferencias que pueden regular el crecimiento del cristal de hielo.

Durante la congelación se produce la nucleación del hielo, que es un núcleo de moléculas de agua que se convierte en cristales de hielo. Consecuentemente, los cristales crecen de tamaño, produciendo modificaciones en los tejidos celulares de los alimentos.

El tamaño de los cristales y la cantidad de núcleos formados durante la congelación, depende de la velocidad de eliminación del calor:

- A mayor velocidad de enfriamiento, mayor cantidad de núcleos formados, con cristales más pequeños.
- A menor velocidad de enfriamiento, menor cantidad de núcleos y cristales más grandes.

## **Tipos de proceso de congelación**

Se debe cuidar el almacenamiento de los alimentos a congelar. Es necesario que permanezcan en un envase impermeable y bien cerrado.

- **Congelación lenta:** se forman grandes cristales de hielo provocando rompimiento de estructura celular de los alimentos. Los cristales formados son hexagonales. Es la congelación del frízer doméstico.
- **Congelación rápida o ultracongelación:** se forman pequeños cristales de hielo, sin afectar la estructura celular del alimento. Los cristales son esféricos. Las temperaturas varían entre  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Este tipo corresponde a la industria.

**Tipos de equipos de congelación**

- Congeladores de ráfaga de aire: el aire es el congelante.
- Congeladores de contacto: el alimento está en contacto directo o indirecto con el agente congelante.
- Congeladores criogénicos: el nitrógeno líquido o el dióxido de carbono son el medio de transferencia.

**Descongelación**

Es el proceso por el cual el alimento congelado comienza a aumentar su temperatura. Este proceso se produce desde afuera del alimento (contacto con el aire) hacia el centro. Es importante tener en cuenta, que en la superficie del alimento se genera una capa acuosa, con actividad de agua y a medida que aumenta la temperatura, comienza la actividad enzimática y el desarrollo microbiano. Por eso se debe cuidar el tiempo de descongelación y la temperatura. El alimento debe alcanzar una temperatura de 0 °C en el centro.

**Métodos de descongelación**

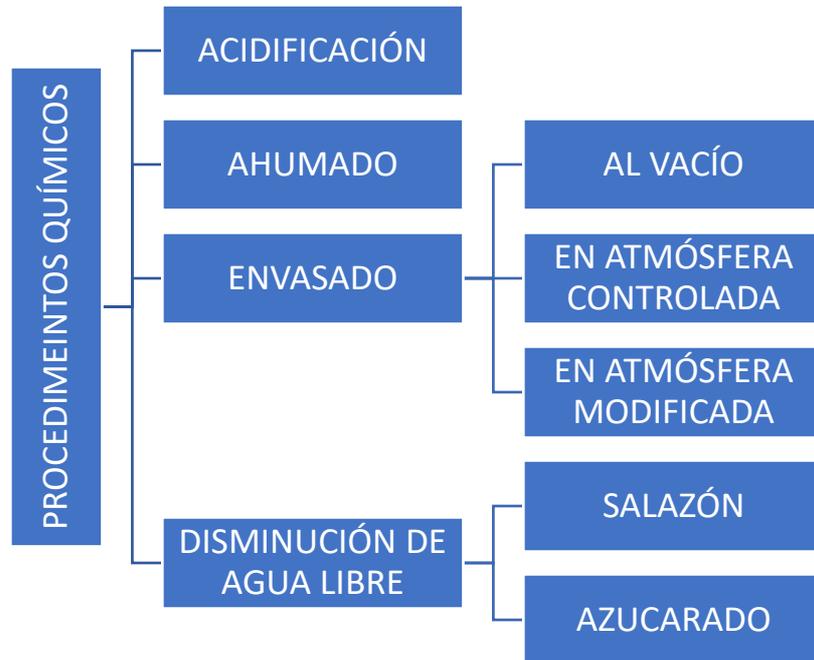
- Temperatura ambiente, en contacto con el aire: solo es recomendable cuando el proceso dure menos de 1 hora.
- Microondas: se genera calor desde el centro del alimento hacia la superficie.
- En heladera: para mantener el alimento dentro de rangos de temperatura sin riesgo de desarrollo microbiano. Puede durar entre 12 - 24 hs, según el tamaño del alimento.
- En agua en ebullición: frutas y verduras principalmente.
- Industrial: la industria utiliza diferentes métodos: convección por corrientes de aire o agua, vapor a presión menor a la presión atmosférica, placas calefactoras, radiación infrarroja.

Es ventajoso cocer algunos alimentos cuando aún están congelados o sólo parcialmente descongelados, así conservan al máximo su aroma, textura, color y condiciones sanitarias. Este procedimiento permite ganar tiempo y es especialmente eficaz con hortalizas, carnes picadas, milanesas, filet de pescado y otros alimentos almacenados en porciones pequeñas. Los trozos gruesos de carne y aves, en cambio, se deben cocinar descongelados. De esta manera se asegura la cocción en el medio de la pieza, de lo contrario puede quemarse el exterior antes de completar la cocción segura (Medin & Medin, 2011, p 25).

**Procedimientos químicos**

El objetivo central de los procedimientos químicos es la conservación de los alimentos. Mediante la adición de sustancias químicas, se busca generar un ambiente inhibitorio del crecimiento y desarrollo de microorganismos, así como también la inhibición de reacciones químicas y bioquímicas.

**Esquema 7.3. Tipos de procedimientos químicos.**



Nota. Fuente: elaboración propia.

## Acidificación

Al agregar sustancias ácidas a un sistema alimentario, se genera una disminución del pH del sistema por debajo de 4,6; inhibiendo el crecimiento de microorganismos, entre ellos la bacteria botulínica.

Las sustancias ácidas pueden ser: vinagre, zumo de limón, ácido acético, ácido cítrico y ácido málico.

## Ahumado

Según el CAA, “se entiende por Ahumado, someter alimentos a la acción de humos recién formados, procedentes de la combustión incompleta y controlada de maderas duras de primer uso, mezclados o no con plantas aromáticas de uso permitido”.

El humo es un material complejo que contiene más de 200 compuestos, incluidos alcoholes, ácidos, fenoles y varios tóxicos. Respecto a su función conservante, está generada por la actividad anti microbiana de los compuestos: etanoico, metanoico, metanol, propanona, entre otros. Los fenoles, retardan la oxidación de las grasas.

El ahumado en general se combina al curado por sal, contribuyendo no solo a la conservación, sino también al sabor y aroma del producto final.

## Envasado al vacío o en atmósfera modificada o controlada

Estos métodos consisten en eliminar el O<sub>2</sub> del envase de los alimentos, con el objetivo de aumentar la vida útil. El objetivo es lograr en el interior del envase un ambiente que evite o retrase el deterioro del producto manteniendo la calidad original y minimizando el uso de conservantes.

- **Envasado al vacío:** utilizando una bomba de succión, se quita el aire contenido en el envase, limitando el O<sub>2</sub> disponible. Se utilizan films de plástico, poco permeables al aire. Este procedimiento inhibe el desarrollo de los microorganismos aerobios, pero no los anaeróbicos, existiendo riesgo del desarrollo de bacterias esporuladas, en un alimento contaminado. Se aplica a carnes, quesos y chacinados.
- **Atmósfera modificada:** implica la eliminación del aire del interior del empaque y su reemplazo por un gas o mezcla de gases, la cual dependerá directamente del tipo de producto. Los gases pueden ser: nitrógeno o dióxido de carbono. Tiene la característica que la composición inicial que se establece en el interior del envase no se mantiene constante, sino que varía de manera continua durante el período de almacenamiento y vida útil del producto. Esta variación se debe a distintos factores, tanto internos (inherentes al alimento, como su respiración), como externos (permeabilidad del material de empaque, temperatura o condición de la atmósfera externa), los cuales no son controlados ni contrarrestados.
- **Atmósfera controlada:** Consiste en almacenar productos hortofrutícolas en cámaras de refrigeración herméticas, en las que se sustituye la atmósfera inicial o normal por una atmósfera pobre en oxígeno (O<sub>2</sub>) y más rica en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Presenta la característica que la composición de la atmósfera inicial dentro del envase permanece inalterada hasta el final de la vida útil del producto.

## Disminución de la disponibilidad de agua

El agua libre disponible en los alimentos y productos alimentarios es utilizada por los microorganismos para su proliferación, de esta manera, cuanto más contenido de agua libre contenga un alimento, menos tiempo de vida útil.

Los procedimientos destinados a disminuir la actividad de agua, pueden ser:

- **Salazón:** según el CAA, “se entiende por Salazón, los órganos, trozos de carne o de tejidos adiposos procedentes de especies comestibles autorizadas para el consumo humano que han sufrido un proceso destinado a su conservación mediante la sal, adicionada en forma masiva acorde a la tecnología del producto a elaborar. La salazón a que se someten los productos puede ser seca (cloruro de sodio) o húmeda (salmuera)”.  
Este procedimiento es conocido también como **curado**. Consiste en introducir la carne en grandes cantidades de sal adicionada con sustancias curantes como el nitrito y el nitrato y otras coadyuvantes, como puede ser azúcar.

La sal en concentraciones mayores al 8 %, provoca el movimiento de agua desde las células hacia afuera por efecto de ósmosis, y simultáneamente la sal penetra hacia los tejidos, hasta alcanzar el equilibrio osmótico. Así, como explica Medin & Medin, 2011 “los líquidos del interior de las células quedan como soluciones salinas concentradas inhibiendo la actividad enzimática, desnaturalizando las proteínas y contrayendo los tejidos”.

En las carnes curadas, como el jamón, las salchichas, etc se conserva su color rosa-rojo incluso luego de cocinados. Eso se debe al agregado de nitritos, que reaccionan con el pigmento púrpura mioglobina para formar la molécula nitrosomioglobina, que es rosada, estable a los cambios de temperatura, pero es sensible al oxígeno y a la luz. Por esa razón las carnes curadas son generalmente envasadas al vacío y se evita no exponerlas a la luz. El nitrito es un agente antibacteriano, ejerciendo efecto sobre el *Clostridium botulinum*, microorganismo anaerobio, que puede desarrollarse en el medio que le ofrece un chacinado embutido, retarda la oxidación de las grasas y contribuye a darle sabor y aroma a la carne.

- **Azucarado:** los azúcares en alta concentración (50 – 65 %) afectan el equilibrio osmótico de las células y generan soluciones concentradas, disminuyendo la cantidad de agua libre disponible para el desarrollo de los microorganismos.

## Procedimientos biológicos

Estos procedimientos catabólicos, son llevados a cabo por mohos, levaduras o bacterias, las cuales producen la fermentación en los alimentos o productos alimenticios en ausencia de oxígeno. Como resultado se genera un aumento de la acidez por la disminución del pH.

La fermentación es un proceso catabólico, que involucra la descomposición de sustancias orgánicas, como azúcares en ausencia de oxígeno, acelerada por enzimas del citoplasma celular.

Hay distintos tipos de fermentaciones:

- Fermentación alcohólica: las levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, son un hongo unicelular que se encuentran en frutas, hortalizas y bebidas fermentadas y se utilizan, entre otras cosas, para la elaboración de cerveza, vino y pan. A partir de la fermentación de azúcares producen etanol.
- Fermentación láctica: las bacterias ácido lácticas, como las *Lactobacillus* producen principalmente ácido láctico a partir de lactosa. Se utilizan para yogures, encurtidos de verduras y hortalizas, como el chucrut.
- Fermentación acética: las bacterias *Acidobacter* producen ácido acético a partir del lactato. Es la producida en el vinagre.

## Procedimientos higiénico-sanitarios

La Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que una inadecuada manipulación de alimentos es la causa de enfermedades transmitidas por alimentos. Por eso, establece Diez Reglas de Oro para lograr una eficiente manipulación de alimentos y evitar dichas enfermedades.

A continuación se detallan las diez reglas de oro:

- 1- Elegir los alimentos tratados con fines higiénicos:** mientras que muchos alimentos están mejor en estado natural (por ejemplo, las frutas y las hortalizas), otros sólo son seguros cuando están tratados. Así, conviene siempre adquirir la leche pasteurizada en vez de cruda, y si es posible, comprar pollos (frescos o congelados) que hayan sido tratados por irradiación ionizante. Al hacer las compras hay que tener en cuenta que los alimentos no sólo se tratan para que se conserven mejor, sino también para que resulten más seguros desde el punto de vista sanitario. Algunos de los que se comen crudos, como las lechugas, deben lavarse cuidadosamente.
- 2- Cocinar bien los alimentos:** muchos alimentos crudos (en particular, los pollos, la carne, la leche no pasteurizada) están a menudo contaminados por agentes patógenos. Estos pueden eliminarse si se cocina bien el alimento. La temperatura aplicada debe llegar al menos a 70 °C en toda la masa de éste. Si el pollo asado se encuentra todavía crudo junto al hueso, habrá que meterlo de nuevo en el horno hasta que esté bien hecho. Los alimentos congelados (carne, pescado y pollo) deben descongelarse completamente antes de cocinarlos.
- 3- Consumir inmediatamente los alimentos cocinados:** cuando los alimentos cocinados se enfrían a la temperatura ambiente, los microbios empiezan a proliferar. Cuanto más se espera, mayor es el riesgo. Para no correr peligros inútiles, conviene comer los alimentos inmediatamente después de cocinados.
- 4- Guardar cuidadosamente los alimentos cocinados:** si se quiere tener en reserva alimentos cocinados, o simplemente, guardar las sobras, hay que prever su almacenamiento en condiciones de calor (cerca o por encima de 60 °C) o de frío (cerca o por debajo de 10 °C). Esta regla es vital si se pretende guardar comida durante más de cuatro o cinco horas. En el caso de los alimentos para lactantes, lo mejor es no guardarlos, ni poco ni mucho. Un error muy común al que se deben incontables casos de intoxicación alimentaria es colocar en el refrigerador una cantidad excesiva de alimentos calientes. En un refrigerador abarrotado, los alimentos cocinados no se pueden enfriar por dentro tan deprisa como sería de desear. Si la parte central del alimento sigue estando caliente (a más de 10 °C) demasiado tiempo, los microbios proliferan y alcanzan rápidamente una concentración susceptible de causar enfermedades.
- 5- Recalentar bien los alimentos cocinados:** esta regla es la mejor medida de protección contra los microbios que puedan haber proliferado durante el almacenamiento (un almacenamiento correcto retrasa la proliferación microbiana pero no destruye los gérmenes). También

en este caso, un buen recalentamiento implica que todas las partes del alimento alcancen al menos una temperatura de 70 °C.

- 6- Evitar el contacto entre los alimentos crudos y los cocinados:** un alimento bien cocinado puede contaminarse si tiene el más mínimo contacto con alimentos crudos. Esta contaminación cruzada puede ser directa, como sucede cuando la carne cruda de pollo entra en contacto con alimentos cocinados. Pero también puede ser más sutil. Así, por ejemplo, no hay que preparar jamás un pollo crudo y utilizar después la misma tabla de trincar y el mismo cuchillo para cortar el ave cocida; de lo contrario podrían reaparecer todos los posibles riesgos de proliferación microbiana y de enfermedad consiguiente que había antes de cocinar el pollo.
- 7- Lavarse las manos a menudo:** hay que lavarse bien las manos antes de empezar a preparar los alimentos y después de cualquier interrupción (en particular si se hace para cambiar al niño de pañal o para ir al retrete). Si se ha estado preparando ciertos alimentos crudos, tales como pescado, carne o pollo, habrá que lavarse de nuevo antes de manipular otros productos alimenticios. En caso de infección de las manos, habrá que vendarlas o recubrirlas antes de entrar en contacto con alimentos. No hay que olvidar que ciertos animales de compañía (perros, pájaros y, sobre todo, tortugas) albergan a menudo agentes patógenos peligrosos que pueden pasar a las manos de las personas y de éstas a los alimentos.
- 8- Mantener escrupulosamente limpias todas las superficies de la cocina:** como los alimentos se contaminan fácilmente, conviene mantener perfectamente limpias todas las superficies utilizadas para prepararlos. No hay que olvidar que cualquier desperdicio, migaja o mancha puede ser un reservorio de gérmenes. Los paños que entren en contacto con platos o utensilios se deben cambiar cada día y hervir antes de volver a usarlos. También deben lavarse con frecuencia las bayetas utilizadas para fregar los suelos.
- 9- Mantener los alimentos fuera del alcance de insectos, roedores y otros animales:** los animales suelen transportar microorganismos patógenos que originan enfermedades alimentarias. La mejor medida de protección es guardar los alimentos en recipientes bien cerrados.
- 10- Utilizar agua pura:** el agua pura es tan importante para preparar los alimentos como para beber. Si el suministro hidráulico no inspira confianza, conviene hervir el agua antes de añadirla a los alimentos o de transformarla en hielo para refrescar las bebidas. Importa sobre todo tener cuidado con el agua utilizada para preparar la comida de los lactantes.

## Referencias

- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo III: De los productos alimenticios.
- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo VI: Alimentos cárneos y afines.

- Garda, M.R. (2016). *Técnicas del Manejo de los Alimentos*. Capítulo 1: Procedimientos fundamentales en la preparación de alimentos. Editorial Eudeba.
- Gil, A. (2017). *Tratado de Nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Tomo III. Capítulo 18: Aditivos alimentarios. Editorial Médica Panamericana.
- Golombek, D., & Schwarzbaum, P., 4º edición (2012). *El nuevo cocinero científico, cuando la ciencia se mete en la cocina*. Capítulo 4. Editorial Siglo XXI.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 1: Operaciones para el tratamiento de los alimentos. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- ‘Reglas de Oro’ de la OMS para la preparación higiénica de los alimentos. Recuperado en <https://www.paho.org/es/emergencias-salud/reglas-oro-oms-para-preparacion-higienica-alimentos>
- Rembado, M. & Sceni, P. (2009). *La química de los Alimentos*. Capítulo 2: Los hidratos de carbono. Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Tecnología para la Industria alimentaria. Envasado en atmósfera modificada y controlada. Recuperado en [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha\\_23\\_EnvasadoAtmosfera.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_23_EnvasadoAtmosfera.pdf)

# CAPÍTULO 8

## Evaluación sensorial

*Jazmín Apesteguía*

### Introducción

La calidad es una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea valorada con respecto a cualquier otra de su misma especie.

La calidad de los alimentos es un concepto importante ya que lo que la población elige para alimentarse depende, en gran medida, de la calidad de los mismos. La preferencia del consumidor a la hora de elegir y adquirir un alimento es importante para el fabricante de los mismos.

El concepto de calidad es difícil de definir con precisión, ya que incluye todas las características de un alimento que son significativas y que lo hacen aceptable. Mientras que determinados atributos de un alimento, como la calidad nutricional, pueden medirse mediante análisis químicos; la aceptabilidad de los alimentos no es fácil de medir, ya que es muy subjetiva. De hecho, los consumidores hacen juicios subjetivos usando uno o más de los cinco sentidos cada vez que seleccionan o comen cualquier alimento.

Por ejemplo, las papas fritas, el apio y algunos cereales tienen un sonido crujiente cuando se comen; el sabor y el olor de los alimentos pueden ser muy atractivos o inaceptables; y la apariencia y el tacto de un alimento también son importantes para determinar su aceptabilidad.

### Definiciones a tener en cuenta

#### Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se ha definido como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos percibidos a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído (Stone y Sidel, 2004).

Es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos.

#### Sentidos

Estímulo (físico o químico) de magnitud igual o mayor al umbral que actúa sobre los receptores sensoriales; produce la respuesta de los receptores sensoriales (externos o internos).

## Sensación

Experiencias sensoriales generadas por estímulos aislados, como las que provocan el gusto o el tacto. El impulso nervioso, creado por el receptor sensorial, se transmite por el sistema nervioso al cerebro que es quien lo interpreta.

## Percepción

Interpretación de la sensación. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos; y los estímulos, por métodos físicos o químicos. La percepción se define como: “la capacidad de la mente para atribuir información sensorial a un objeto externo a medida que la produce” (Anzaldúa - Morales A, 1994). Las percepciones otorgan sentido a las sensaciones. Es la interpretación de la sensación, es decir, la toma de conciencia sensorial.

## La complejidad de la evaluación sensorial

Existen tres pasos en el proceso de evaluación sensorial. En principio el estímulo interactúa con el órgano sensorial y se convierte en una señal nerviosa que viaja al cerebro. Con experiencias previas en la memoria y como segundo paso, el cerebro interpreta, organiza e integra las sensaciones entrantes en las “percepciones”. Finalmente y como tercer paso, se formula una respuesta basada en la percepción del sujeto (Schiffman, 1996), que le permite saber si lo que está percibiendo es dulce, duro, amarillo o cualquier otro atributo sensorial.

En el caso de los alimentos, la percepción de los estímulos se debe revisar de forma independiente porque estos son una fuente compleja de estímulos. La presencia de un estímulo como el color en el alimento, puede afectar la percepción de otros como el aroma o el sabor (Lawless y Haymann, 2010). Así, por ejemplo, cuando en un alimento está presente el gusto dulce y el salado en baja concentración, el gusto dulce hace que disminuya la percepción del gusto salado; por otro lado, el gusto salado en baja concentración incrementa la percepción del estímulo dulce (Lawless y Haymann, 1979).

La evaluación sensorial puede ser subjetiva u objetiva.

**Esquema 8.1.** Evaluación sensorial de los alimentos.



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## Evaluación sensorial subjetiva

Es el tipo de evaluación realizada por personas que no se dedican al trabajo formal de evaluación sensorial y que no utilizan instrumentos o equipamientos objetivos. La misma utiliza los sentidos, sensaciones olfato gustativas (como temperatura, dolor e irritación ) y todo aquello vinculado a las emociones que los alimentos pueden generar en un individuo. Es multidisciplinar.

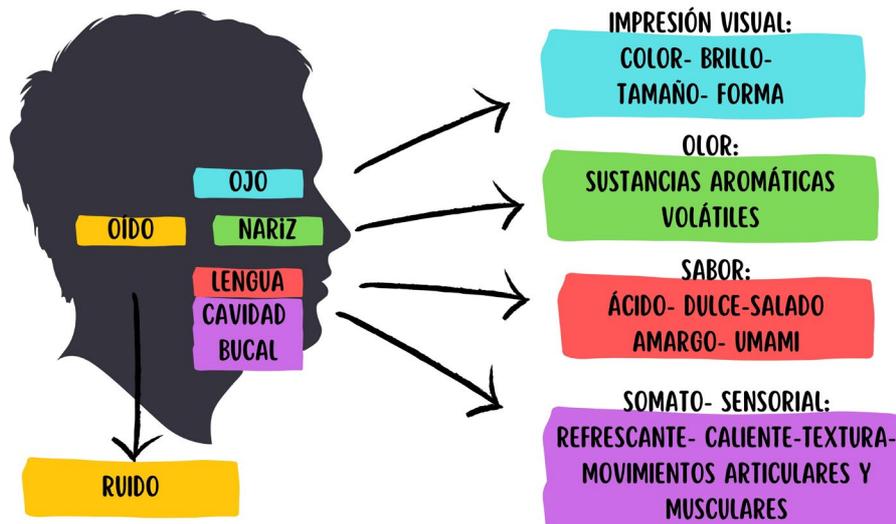
### Características de la evaluación sensorial subjetiva

Existen propiedades sensoriales que podemos determinar en los alimentos. Algunas de ellas son: adormecimiento, color, olor, apariencia, gusto, aroma, sabor, textura, rugosidad, temperatura y dolor.

En este proceso complejo, interfieren los cinco sentidos, que generan diferentes sensaciones, para finalmente, poder percibir lo que genera un alimento en sí.

Un sensograma es una perspectiva de cómo influyen cada uno de los factores del alimento sobre el análisis sensorial. Aquí se destacan las principales impresiones que tiene el consumidor o el evaluador al momento de realizar el análisis de un alimento destacándose las propiedades organolépticas de éste.

**Esquema 8.2.** Sensograma: representación esquemática de las impresiones que se perciben del análisis sensorial de un alimento.



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Recuperado de Sancho, J. Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos.

## Los cinco sentidos y su influencia en la percepción de los alimentos

Esquema 8.3. Los cinco sentidos y los estímulos físicos y químicos que los inducen.



Nota. Fuente: elaboración propia.

### Estímulos físicos

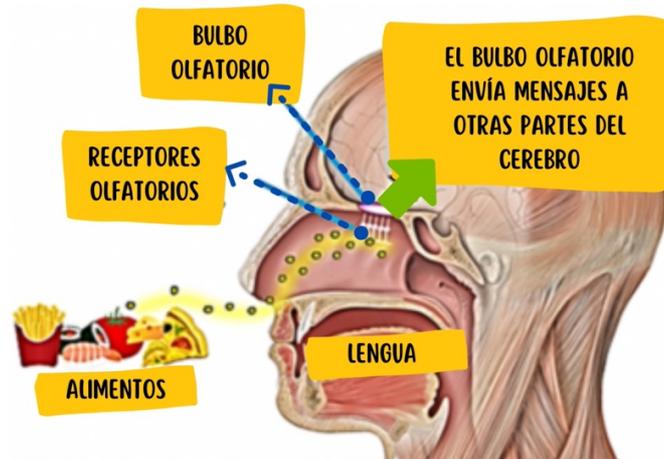
- Vista: en los alimentos, la apariencia es el primer estímulo visual que un consumidor capta sobre el mismo. A través de ella, podemos captar tamaño, forma, transparencia, color, opacidad, turbidez, deslustre y brillo del alimento.
- Oído: se encuentra relacionado con la textura del alimento. A su vez los sonidos de la masticación pueden determinar la calidad de un alimento. Por ejemplo, una manzana si se encuentra en buen estado debería oírse crujiente, al igual que los productos de copetín.
- Tacto: está localizado en las terminaciones nerviosas que están situadas justo debajo de la piel de todo el cuerpo. Las señales generadas en las terminales nerviosas de los sentidos se transmiten al cerebro a través del sistema nervioso, donde se integran con la experiencia pasada, las expectativas y otros factores conceptuales antes de resumir la opinión de respuesta.

### Estímulos químicos

- Olfato: ayuda a determinar la calidad de un alimento e incluso de su buen estado y frescura. Posee un umbral de saturación rápido y relativamente permanente. Al incrementarse el umbral de percepción hay que incrementar el estímulo para seguir provocando la misma excitación.

¿Olor es lo mismo que aroma? Cuando las sustancias volátiles ingresan a la nariz desde el exterior llamamos a ésta percepción “olor”, y cuando lo hacen a través de la boca por vía retronasal, lo llamamos “aroma”.

**Esquema 8.4.** Activación del sentido del olfato.



Nota. Fuente: elaboración propia.

- **Gusto:** se percibe mediante los corpúsculos gustativos, los cuales se localizan en las papilas (la lengua y en la parte posterior de la boca). Los corpúsculos gustativos se localizan en el epitelio y sobre las partes de la lengua en las que la comida hace mayor contacto durante la masticación y la deglución. La superficie central de la lengua no contiene corpúsculos gustativos. Algunas papilas contienen más corpúsculos gustativos que otras.

**Esquema 8.5.** Papilas gustativas. Las papilas caliciformes y las fungiformes son las más importantes para la detección de gustos.



Nota. Fuente: elaboración propia. Recuperado de: <https://www.pinterest.com.mx/pin/36310340735300236/>

La fascinante capacidad de integración sensorial inducida al comer requiere el reconocimiento en paralelo de todas las características contenidas en el alimento llevado a la boca; pero también incluye el contexto, es decir dónde y cómo se come. De forma básica, y para iniciar de alguna manera esta ruta sensorial, sabemos que cualquier estímulo gustativo deberá estar contenido dentro de la clasificación o modalidad esencial de dulce, salado, amargo, ácido

y umami; este último está representado por el sabor del ácido glutámico o aminoácidos similares parecido al producido por la carne. La percepción específica y altamente eficiente de estas modalidades gustativas básicas se logra al detectar las moléculas que los caracterizan; por ejemplo, lo dulce con carbohidratos, lo salado con iones y minerales, lo amargo con alcaloides, lo ácido con ácidos; todos ellos contenidos en diferentes concentraciones en cada alimento. Dichas moléculas interactúan con los receptores específicos distribuidos a lo largo de toda la lengua, el paladar y la epiglotis.

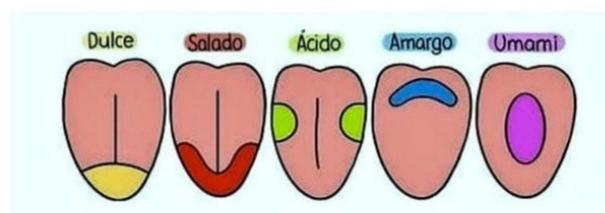
La lengua entera puede percibir casi con la misma intensidad las cinco modalidades gustativas básicas, siendo una idea errónea y altamente difundida que existen sectores divididos en la lengua para cada modalidad.

Actualmente, es indiscutible que las cinco modalidades gustativas son detectadas cada una por una familia de receptores gustativos, localizados a lo largo de toda la lengua, del paladar suave, de la parte trasera de la boca y de la epiglotis. Particularmente, tan sólo en la lengua, se encuentran más de 10.000 papilas gustativas y cada una contiene de 50 a 150 células receptoras gustativas. Aún no se conoce el grado de variación en el número de estas células sensoriales contenidas en cada papila, así como tampoco la proporción de los cientos de receptores para las moléculas de los cinco “gustos” básicos en cada una de ellas.

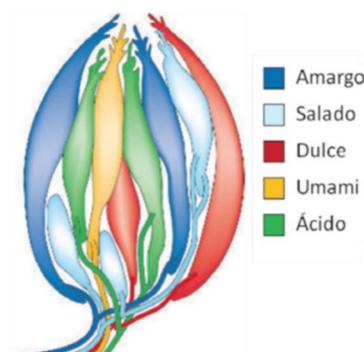
Evidencia reciente indica que las propiedades de cada una de las papilas gustativas dependen de las diferentes familias de células y sus receptores del gusto, denominados TR (por sus siglas en inglés, *Taste receptors*). Se cree que la distribución y/o características de cada una determinan la codificación final del conjunto de sabores presentes en un alimento. Al parecer, cada célula receptora codifica la propiedad más relevante del sabor ingerido y se encarga de enviar esta información codificada al cerebro, donde esta codificación se procesa e integra.

La teoría actual sugiere que los receptores en cada célula receptora están “entonados” para responder a una modalidad básica de sabor -dulce, amargo, salado, ácido y umami- y cada una está inervada por fibras que también responden sólo a una modalidad; es decir, cada modalidad del sabor es especificada por la actividad de células receptoras y fibras que no superponen la información recibida.

**Esquema 8.6.** Los sabores y su disposición en la lengua como se creía anteriormente.



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

**Esquema 8.7. Células receptoras del gusto en una papila gustativa.**

*Nota. Fuente: elaboración propia. Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num3/art24/index.html>.*

En este esquema se representan en colores diferentes cada una de las células receptoras que lo conforman junto con el esquema de creencia anterior que diferenciaba diferentes sectores para la percepción de los sabores.

Hay alimentos y sustancias con sabor que dejan un cierto regusto después de haberlos probado. Un alimento puede ser aceptado inicialmente por su sabor y gusto agradables, pero posteriormente puede ser rechazado debido a algún regusto molesto o desagradable que pudiera sentirse en el tiempo después de haber terminado de consumir el producto. Esto se llama retrogusto.

## Sensaciones

Al detectar diferentes estímulos a través de los sentidos y según qué se identifique, podemos identificar diferentes sensaciones. También al estar en contacto con un alimento se pueden identificar diversas sensaciones e incluso diferentes si lo consumen distintas personas o, si una misma persona lo consume en diferentes contextos.

Podemos clasificar las sensaciones en:

- Sensación ácida: se asocia con los iones de hidrógeno que contienen los ácidos como: vinagre, frutas y verduras, sales ácidas, yogur, encurtidos, pan con masa fermentada.
- Sensación salada: se debe a los iones de las sales en disolución como: sal, nitritos bicarbonatos, benzoatos. Las del cloruro de sodio son la fuente más común de la sensación salada de los alimentos y la única sal con sensación salada pura.
- Sensación dulce: compuestos orgánicos. los alcoholes, ciertos aminoácidos y aldehídos (aldehído cinámico: canela) tienen un sabor dulce; sin embargo los azúcares son la fuente principal de lo dulce en los alimentos.
- Sensación astringente: se origina por un único tipo de agente químico; sustancias orgánicas de cadena larga que contienen nitrógeno: los alcaloides. Estos comprenden muchos de los fármacos empleados en medicamentos como la quinina, cafeína y nicotina; así como percepción de sustancias como taninos, flavonoides, terpenos, quinina, café, té, etc.

- Sensación “umai”: umai es una palabra japonesa que significa “delicioso”, utilizada para designar una sensación gustativa agradable que resulta diferente desde el punto de vista cualitativo de los otros sabores. Posee un receptor lingual específico, en mayor proporción dentro de la población oriental. Umami tiene la propiedad de mejorar la palatabilidad de los alimentos, que específicamente se pueden describir como 'sabrosos' o 'carnosos', que se originan de la ingesta de productos alimenticios ricos en proteínas. Umami se ha establecido como un sabor básico, perteneciente a la misma categoría que contiene sabor dulce, agrio, salado y amargo. Varios alimentos tradicionales son ricos en sustancias umami, como los productos fermentados de origen animal o vegetal del pescado, la leche, los porotos, los cereales, los hongos y el té.
- Sensación bucal: juega un papel importante en el placer sensorial de comer. Las fibras nerviosas del nervio trigémino son los medios por los cuales se percibe la sensación bucal. Las fibras de éste nervio son sensibles al dolor, al calor, al frío y a las sensaciones táctiles.
- Sensación picante: la pimienta estimula las fibras sensibles al dolor dentro de la boca, así como la nariz. Un ligero dolor causado por la pimienta es placentero; en grandes cantidades es verdaderamente doloroso. Esta sensación se describe como caliente o quemante.
- Sensaciones de temperatura: el calor y frío son sensaciones que contribuyen al sabor compuesto de una comida. La sensación de sabor es menos intensa a medida que la temperatura de un alimento disminuye por debajo de los 20 °C y se eleva más allá de los 30 °C.
- Sensaciones táctiles: se percibe en boca al morder el alimento, mientras se deshace un alimento durante la masticación o al finalizar la masticación y pueden aumentar o disminuir nuestra aceptación. Influye en la textura de los alimentos y la consistencia.

Finalmente, luego de que los sentidos actúan y se reciben las sensaciones que nos provocan los mismos; llega el momento de la percepción definida como “la capacidad de la mente para atribuir información sensorial a un objeto externo a medida que la produce” (Anzaldúa - Morales A, 1994). Las percepciones otorgan sentido a las sensaciones.

Luego de esto podemos decir que logramos percibir el sabor o *flavor* de un alimento.

## Evaluación sensorial objetiva

Implica instrumentación y uso de técnicas físicas y químicas para evaluar la calidad de los alimentos. Se utilizan equipos para evaluar productos alimenticios en lugar de órganos sensoriales humanos variables. Estas pruebas de calidad de los alimentos son esenciales en la industria alimentaria, especialmente para el control de calidad de rutina de los productos alimenticios.

### **Características de la evaluación sensorial objetiva**

Una prueba objetiva mide un atributo particular de un alimento en lugar de la calidad general del producto. Por lo tanto, es importante elegir una prueba objetiva para la calidad de los alimentos que mida un atributo clave del producto que se está probando. Por ejemplo, el jugo de naranja es a la vez ácido y dulce; por lo tanto, las pruebas objetivas adecuadas para este producto serían la medición del pH y la medición del contenido de azúcar. Estas pruebas no tendrían ningún valor para determinar la calidad de una galletita con chips de chocolate. Una prueba adecuada para la calidad de las galletitas podría incluir el contenido de humedad o la fuerza requerida para romper la misma.

### **Reología de alimentos**

La reología es el estudio de la deformación y el fluir de la materia. Forma parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir.

Muchos métodos objetivos para medir la calidad de los alimentos involucran la medición de un aspecto específico de la textura, como la dureza, la frescura o la consistencia.

Las propiedades reológicas se pueden dividir en tres categorías principales. Un alimento puede exhibir propiedades elásticas, viscosas, plásticas o combinaciones. En realidad, las propiedades reológicas de la mayoría de los alimentos son extremadamente complejas y no encajan fácilmente en una categoría.

### **Instrumentos utilizados para determinar propiedades reológicas**

- pH-metro: para medir concentración de iones de hidrógenos. Por ejemplo, en el jugo de limón.
- Refractómetro: para medir concentración de azúcares.
- Microscopio: para diferenciar estructuras celulares.
- Texturómetro: para poder obtener un perfil de textura (dureza, cohesividad, adhesividad, elasticidad).
- Viscosímetro: para interpretar el rozamiento interno que actúa dentro de un fluido, esto es su resistencia a fluir debido al rozamiento entre sus moléculas, sólo se manifiesta en fluidos en movimiento. Se utiliza para evaluar palatabilidad y calidad en alimentos como cremas, yogur, salsas, flanes. Se ve afectado por la temperatura.
- Reductómetro: para medir fuerza. Por ejemplo, para romper galletas crujientes.
- Penetrómetro: para identificar textura de las carnes, firmeza o dureza de frutas.
- Compresímetro: con un plato de compresión podemos obtener el grado de deformación, fracturabilidad, elasticidad, cohesividad, recuperación, adhesividad y gomosidad. A partir de esta prueba se podría evaluar por ejemplo, el envejecimiento del pan.

**Imágenes 8.1. Instrumentos utilizados para determinar propiedades reológicas.**



**Ph metro**



**Penetrómetro**



**Refractómetro**



**Ovoscopio**

*Nota.* Fuente: Banco de fotos: Pixabay.com

Enfocándonos en el rol del Licenciado en Nutrición podríamos decir que el alimento es:

- Materia.
- Un sistema material con propiedades físicas difíciles de ponderar pero imprescindibles para conocer, dominar y de esta forma adecuar la ingesta.
- Energía.
- Eje central del ejercicio profesional.

Pero también significa...

- Compañía.
- Cuidado.
- Afecto.
- Protección.

Por ello, es importante que como licenciados en Nutrición podamos combinar dichos significados:

"Dominar el manejo del alimento, con el conocimiento de las ciencias duras... ¡hacia la comunidad!" (Diana Kabbache - Congreso AADYND de Nutrición y Alimentación, 2019).

## **Conclusión**

La calidad de los alimentos es un factor positivo y muy influyente al momento de la elección en un consumidor. Incluye factores como el sabor, la apariencia, la textura, entre otras; así como también su calidad bacteriológica o de conservación. La calidad de los alimentos va de la mano de la aceptabilidad de los mismos.

Tanto los métodos sensoriales subjetivos como los objetivos son importantes en la evaluación de la calidad de los alimentos y ambos métodos se complementan entre sí. El análisis sensorial subjetivo es esencial para el desarrollo de nuevos productos, porque solo los consumidores pueden decir si les gusta un producto o no. Sin embargo, las pruebas objetivas también son importantes, especialmente para el control de calidad de rutina de los productos alimenticios.

Claramente, un alimento no sólo se caracteriza por su sabor, sino también por la suma del olor, textura y atractivo visual, que lo convierten en una experiencia integrada al estado emocional e interno de quien lo consume; pudiendo posteriormente reconocer un alimento como altamente placentero y evocar con él momentos, personas y lugares, singulares e inolvidables de la vida.

## Referencias

- Chandrashekar J, Hoon MA, Ryba NJ, Zuker CS. *The receptors and cells for mammalian taste*. Nature. 2006 Nov 16;444(7117):288-94. doi: 10.1038/nature05401. PMID: 17108952.
- Katz, M. (2013). *Somos lo que comemos: Verdades y mentiras de la alimentación*. Aguilar. Capítulo 4.
- Miranda Saucedo M. I. "El sabor de los recuerdos: formación de la memoria gustativa" Revista Digital Universitaria [en línea]. 1 de marzo de 2011, Vol. 12, No.3 [Consultada: 2 de marzo de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.revista.unam.mx/vol.12/num3/art24/index.html>> ISSN: 1607-6079.
- Sancho, J., Bota, E. y De Castro, JJ (2002). *Análisis sensorial de los alimentos*. Editorial Alfaomega, México, 120.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., & Campbell, T. (2008). *Essentials of food science* (Vol. 42). New York: Springer. Capítulo 1: Evaluación de la calidad de los alimentos.
- Wang, W., Zhou, X., & Liu, Y. (2020). Characterization and evaluation of umami taste: A review. *Trac Trends in Analytical Chemistry*, 127, 115876.

## **SEGUNDA PARTE**

---

### **Sistemas alimentarios simples con base vegetal**

# CAPÍTULO 9

## Cereales

*Brenda Pappalardo*

### Definición

Según el Código Alimentario Argentino: "entiéndase por Cereales, las semillas o granos comestibles de las gramíneas: arroz, avena, cebada, centeno, maíz, trigo, etc." (CAA, Cáp IX artículo 643).

### Estructura del grano

Respecto a su estructura y composición química los granos de los cereales son muy similares, pese a esto el tamaño y la forma de los cereales es muy variable.

**Esquema 9.1.** Estructura de un grano de cereal.



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

El grano de los cereales está formado por 3 partes:

- 1. Envolturas:** conforman el salvado y representan el 15 % del peso del grano. A su vez estas envolturas están formadas por el pericarpio y los tegumentos interno y externo.

- **Pericarpio:** de afuera hacia adentro está formado por tres capas muy delgadas prácticamente indiferenciables en los cereales. Se pueden diferenciar en algunos frutos como el durazno. Estas 3 capas se denominan:
  - Epicarpio: epidermis o cáscara
  - Mesocarpio: parte carnosa o comestible
  - Endocarpio: envoltura gruesa y leñosa que es el carozo
- **Tegumento externo o testa:** se encuentra a continuación del pericarpio. Este posee celulosa y es rico en pigmentos por lo que le confiere color al grano.
- **Tegumento interno o capa hialina:** unido íntimamente a la capa aleurona (rica en proteínas) que separa las envolturas del núcleo amiláceo.

Como hemos mencionado estas cinco partes formarán el salvado que es una fuente de fibra alimentaria, la presencia del mismo en los productos obtenidos de la molienda de los cereales (harinas) se suelen denominar harinas integrales. Es importante recordarlo para poder diferenciar de las harinas blancas o libres del salvado. En esta porción del grano se encuentran minerales como el hierro, vitaminas hidrosolubles como tiamina, riboflavina y niacina, y también proteínas. Por lo que los alimentos a los que se les retira el salvado (también llamado afrecho), van a carecer de estos nutrientes.

Hay algunos cereales como la avena, la cebada y el arroz que poseen una vaina externa que generalmente es removida para su consumo.

2. **Endospermo:** Se llama también núcleo amiláceo, es la parte interna de la semilla. Representa entre aproximadamente el 85 % del grano. Podemos encontrar una zona periférica de origen proteico, la aleurona y la zona rica en almidón. Cuando eliminamos las envolturas de los granos obtenemos productos ricos en almidón con nada o una mínima cantidad de fibra alimentaria como el arroz blanco o la harina blanca.
3. **Germen:** También llamado embrión. Representa entre un 2-3 % del grano, este es rico en proteínas, minerales, vitaminas del complejo B, vitamina E y grasas poliinsaturadas. Debido a su elevado contenido en lípidos, es muy probable que se produzca oxidación y rancidez.

## Composición química del grano de cereal

Los cereales van a estar constituidos por: agua, proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales.

**Tabla 9.1. Composición química de los cereales.**

**COMPOSICIÓN QUÍMICA APROXIMADA DE LOS GRANOS DE CEREALES**  
g/ 100 g de porción comestible

CEREAL	HUMEDAD	HDC DIGERIBLES	PROTEÍNAS	LÍPIDOS	SUSTANCIAS MINERALES	FIBRA
TRIGO	14	56.9	12.7	2.2	1.6	12.6
ARROZ	11.8	74.3	6.4	2.4	1.6	3.5
MAÍZ	12	62.4	8.7	4.3	1.6	11.0
AVENA	8.9	60.1	12.4	6.4	1.9	10.3
CENTENO	15.0	58.9	8.2	1.5	1.8	14.6
CEBADA	11.7	56.1	10.6	1.6	2.7	17.3
SORGO	14.0	59.3	8.3	3.1	1.5	13.8
MIJO	13..	66.3	5.8	4.6	1.5	8.5

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Gil, Á. Tratado de Nutrición. Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Capítulo 6.

## Agua

Los cereales tienen un contenido de agua escaso (15-20 %). Por esto es necesario realizar la cocción a través de líquidos, como agua, caldo o leche.

## Hidratos de carbono

El almidón es el hidrato de carbono más importante y predominante en todos los cereales. Se concentra fundamentalmente en el endospermo.

Presentan un bajo contenido de azúcares y oligosacáridos (1-3 %).

Otros carbohidratos presentes son aquellos que forman parte de la fibra dietética y constituyen el salvado, entre ellos podemos mencionar la celulosa, pentosanos (hemicelulosa), beta glucanos (presentes en la avena y cebada). Los pentosanos pueden encontrarse en el endospermo por lo que estarán presentes en las harinas.

## Proteínas

Se encuentran en todas las estructuras, pero la mayor proporción (10-12 %) la encontramos en el endospermo.

Los cereales presentan proteínas incompletas, sus aminoácidos limitantes son: la lisina y el triptófano, por eso es necesario suplir esta falta incorporando otros alimentos que lo contengan como las legumbres.

Dentro de sus proteínas podemos identificar las albúminas, globulinas y un grupo especial de proteínas propias de los cereales: prolaminas y glutelinas.

**Tabla 9.2.** Cereales y las proteínas que los componen.

PROLAMINAS Y GLUTELINAS DE DIFERENTES TIPOS DE CEREAL		
CEREAL	PROLAMINAS	GLUTELINAS
AVENA	GLIADINA	AVENINA
CEBADA	NORDEÍNA	HORDENINA
CENTENO	SECALINA	SECALININA
MAÍZ	ZEÍNA	ZEANINA
TRIGO	GLIADINA	GLUTENINA
ARROZ	ORIZINA	ORIZENINA

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Garda, M. R.  
Técnicas del manejo de los alimentos. Capítulo 6.

### Lípidos

Su contenido lipídico es pobre (1-3 %). Pero algunos de ellos como el sorgo y la avena van a contener un 5-6 % y un 4 % respectivamente. En la avena el mayor contenido lipídico se encuentra en el endospermo y no en el germen como en el resto de los cereales. Se encuentran triglicéridos, fosfolípidos, esteroides como fitoesterol, tocoferol y vitamina E con actividad antioxidante. Los ácidos grasos saturados se encuentran en un porcentaje de 11-26 % y los no saturados un 72-85 %.

Tanto el arroz como la avena son ricos en ácido oleico.

### Minerales

Los cereales aportan minerales en importante cantidad si consideramos el grano entero o harina integrales, debido a que el mayor contenido se encuentra en el salvado y también en el germen. Por lo que, al eliminar el afrecho, estaremos eliminando los mismos. Los más abundantes son: fósforo (gran parte en forma de ácido fítico), potasio, magnesio, hierro.

### Vitaminas

Las del complejo B son las que representan la mayor parte de las vitaminas, se encuentran formando parte de las envolturas del cereal y del germen, por lo que son aprovechables si se consumen en sus formas integrales. Las vitaminas liposolubles se encuentran en el germen.

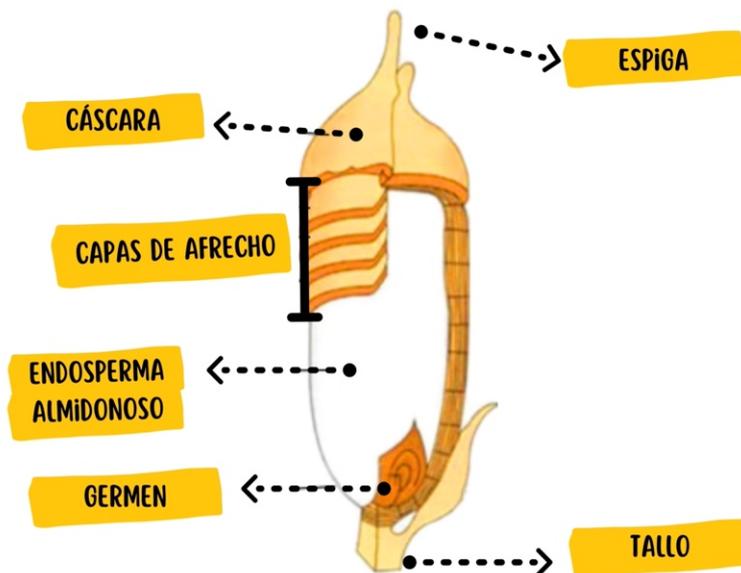
## Tipos de cereales

### Arroz

#### Estructura del grano de arroz

Como hemos mencionado el arroz está contenido en vainas, en la siguiente imagen podemos observar la estructura del mismo, la cual es muy similar a lo que ya hemos mencionado.

Esquema 9.2. Estructura del grano de arroz.



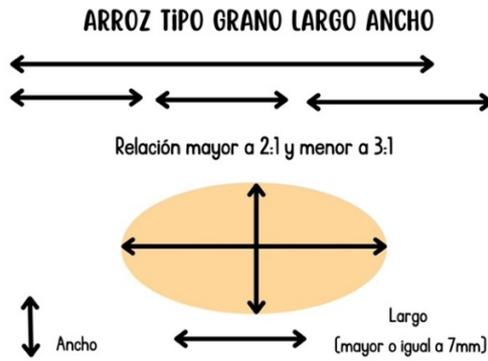
Nota. Fuente: elaboración propia.

Según la morfología del grano hay muchas variedades de arroz. Dependiendo el grado de procesamiento del mismo también obtendremos las diferentes clases de arroz (arroz integral, blanco, perlado).

Según el Código Alimentario Argentino se clasifica de acuerdo a sus características morfológicas en los siguientes tipos:

- Tipo largo ancho (Doble carolina): la relación largo/ancho en este tipo de grano es 2:1 y menor a 3:1 cuya longitud media es igual o mayor a 7 mm.

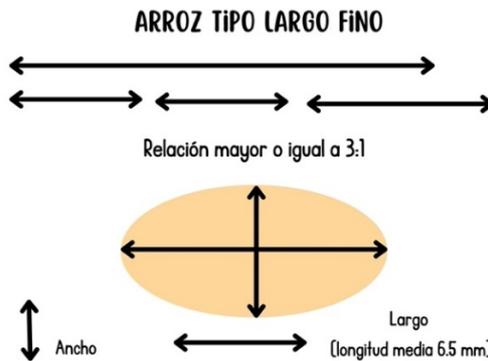
**Esquema 9.3. Arroz tipo grano largo ancho.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 4.

- Tipo largo fino: la relación largo/ancho en este tipo de grano es mayor o igual a 3:1 y cuya longitud media es mayor o igual a 6,5 mm.

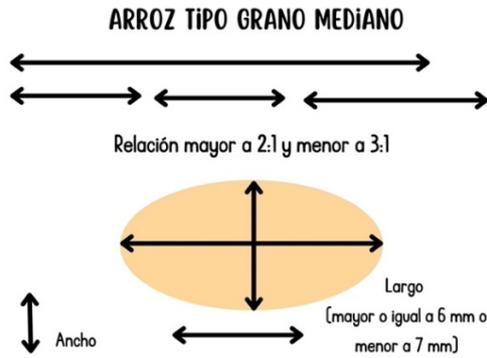
**Esquema 9.4. Arroz tipo grano largo fino.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 4.

- Tipo mediano: la relación largo/ancho en este tipo de grano es mayor a 2:1 y menor a 3:1 y cuya longitud media es igual o mayor a 6 mm y menor a 7 mm.

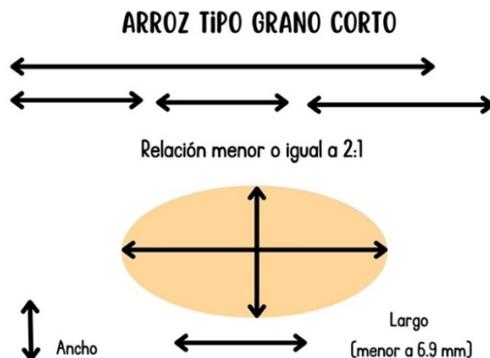
**Esquema 9.5. Arroz tipo grano mediano.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 4.

- Tipo corto (japonés): la relación largo/ancho en este tipo de grano es igual o menor a 2/1 y cuya longitud es menor a 6,9 mm (similares a la variedad yamaní).

**Esquema 9.6. Arroz tipo grano corto.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 4.

Mediante la cantidad de granos defectuosos podemos evaluar la calidad del arroz, clasificándolos como cinco ceros (00000) donde se admite hasta el 15 % de granos partidos, o cuatro ceros (0000) en la cual se admite hasta el 25 % de granos partidos, y segunda calidad donde se admite hasta el 37 % de granos partidos.

### Clasificación de arroz según su comercialización

El arroz puede clasificarse en:

- Arroz parboil: el arroz ha sido pregelatinizado por inmersión del arroz con cáscara o del arroz entero en agua potable a temperatura superior a la ambiental. Los nutrientes de la cáscara pasan al interior del mismo. Se obtiene un arroz de mayor consistencia y soporte de cocción.

Mayor contenido de nutrientes respecto al arroz blanco. Este arroz también se conoce como el que no se pasa, debido a que aún con cocciones prolongadas no se va a pasar.

- Arroz glutinoso: Los granos presentan apariencia blanca y opaca. Este tipo de arroz posee un almidón que es casi enteramente amilopectina, por lo cual por cocción los granos tienden a adherirse entre sí.
- Arroz integral: descascarado pero no pelado, esto significa que se le deja el salvado el cual contiene la mayor parte de los nutrientes.

## Avena

Es un cereal cuyos granos se encuentran recubiertos por vainas, las cuales serán extraídas para su posterior molienda y consumo.

En esta imagen se puede observar al grano de avena en sus diferentes formas.

En la **imagen 1** se encuentra recubierto por las vainas.

En la **imagen 2** se puede observar al grano, ya libre de vainas, es sometido a un proceso térmico para inactivar enzimas que pueden llegar a producir un enranciamiento de las grasas presentes en el grano de avena (recordemos que la avena tiene un alto contenido lipídico, a diferencia de otros cereales, y mayormente los lípidos de la avena se encuentran sobre todo en el endospermo).

Luego de ese proceso térmico, se observa en la **imagen 3**, el grano de avena pasa por rodillos y se aplanan, como se puede ver en la imagen 2 y posterior a ello se pasa por prensas con las cuales se puede obtener los diferentes grados de refinamiento de la avena.

En la **imagen 4**, se observa la harina de avena.

**Imagen 9.1.** Grano de avena y sus diferentes formas.



*Nota. Fuente: elaboración propia.*

La **avena arrollada o aplastada** es el producto obtenido a partir de los granos limpios, libres de tegumentos, que han sido sometidos a un tratamiento térmico para inactivar las enzimas. También puede utilizarse como harina refinada o integral y como salvado de avena (fuente de fibra alimentaria). Es obtenido a través de la molienda de los granos desnudos o de la avena prensada. Está constituido, por las capas externas del grano que se encuentran entre las células de aleurona y el exterior de la semilla.

## Cebada

La cebada, es otro de los cereales que se encuentra recubierto por vainas que serán extraídas para su consumo.

Los granos se seleccionan, se separan de las vainas y se obtiene la **cebada perlada** para el consumo.

La cebada perlada se utiliza para cocinar como sustituto del arroz, elaboración de tortas, alimentos infantiles, en copos, harinas compuestas y como ligante y espesante. Además, es utilizada como materia prima para la producción de malta, a la cual se le aplica previamente un procedimiento de malteado cuyo fin es el desarrollo en el grano de un sistema enzimático para reducir el almidón a azúcar. La malta, a la vez, se destina para la elaboración de bebidas fermentadas y destiladas, también se usa como sucedáneo del café.

## Centeno

El centeno es un grano que pertenece a la familia de las gramíneas.

El grano de centeno no se consume como tal, sino que se le va a realizar un proceso de molienda, similar al que se realiza con el grano de trigo, y se va a utilizar como harina para la elaboración de panes, para la producción de whisky, como espesante de salsas, sopas, en variedades de galletas y para la elaboración de numerosos productos derivados del mismo. En la imagen se puede observar un pan realizado con harina de centeno que es más oscuro que aquellos realizados con harina de trigo.

**Imagen 9.2.** *Pan de centeno.*



*Nota.* Fuente: Banco de fotos Pixabay.com.

## Maíz

El maíz es un cereal que lo podemos encontrar en las clásicas mazorcas y en este último tiempo ha tomado relevancia el salvado del maíz para la utilización como alimento para los animales. En estado fresco se consume como vegetal, mientras que seco constituye un cereal.

Existen diversas variedades de maíz, entre ellas podemos mencionar el maíz blanco, amarillo, rojo, céreo o también llamado maíz waxy (el cual esta conformado en su totalidad por amilopectina, libre de amilosa).

El pericarpio contiene elevada proporción de fibra (principalmente hemicelulosa, celulosa y lignina). El endospermo tiene una elevada cantidad de almidón, proteínas y un contenido bajo de grasa.

El principal componente del maíz es el almidón, este representa el 72 % del peso del grano. Forman parte del grano de maíz azúcares simples como la glucosa, sacarosa y fructosa representando el 1-3 %. La sacarosa, por su parte, se encuentra mayormente en el germen.

En el germen podemos encontrar una alta proporción de lípidos, mayoritariamente el ácido linoleico y es desde donde se extrae también el aceite de maíz. El aceite que se extrae del germen se utiliza crudo, para cocinar.

El grano también contiene carotenoides (la mayoría se halla en el endospermo) y vitamina E (en el germen). Las vitaminas hidrosolubles se hallan en mayor medida en la capa de aleurona del grano y, en menor proporción, en el germen y el endospermo.

A partir del grano de maíz se obtiene gran cantidad de productos derivados: edulcorantes como el jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF), maltodextrina (almidón parcialmente hidrolizado), almidones como maicena, copos de maíz, pochoclo y aceite de maíz, entre otros.

## Mijo

El mijo es un cereal perteneciente a la familia de las gramíneas. Al igual que otros cereales, el grano de mijo se encuentra en vainas.

Existen diferentes especies de mijo: mijo perla, mijo coracán, mijo proso y el mijo cola de zorro.

Los granos, procesados o no, se pueden cocinar enteros o decorticados, se pueden utilizar también como harina para la elaboración de distintos tipos de pan, sopas, para mezclar con verduras y bebidas fermentadas.

## Trigo

El trigo, junto con el maíz y el arroz, son tres de los cereales que tienen mayor producción en el mundo.

Es el grano maduro, entero, sano y seco de la planta del mismo nombre.

Según la dureza del endospermo se los clasifica en:

- Duros -*triticum durum*- Grano de forma elíptica de color ámbar. A partir del mismo se obtienen sémolas en su molienda. Se utilizan principalmente para la elaboración de pastas (sémolas de trigo candeal), se puede encontrar de esta manera como “Trigo candeal” en los packaging de algunos fideos.

- Blandos *-triticum vulgare-* Grano de forma elíptica, en mayor medida redondeado, de color rojizo amarillento. A través de su molienda podemos obtener harinas con buena aptitud para la panificación.

Se puede consumir el grano entero o parcialmente decortinado pero en mayor proporción se utiliza molido en forma de harina, debido a la presencia de las proteínas gliadina y glutenina tienen la capacidad de formar **gluten** (red viscoelástica que brinda diferentes características a las masas, como elasticidad, extensibilidad, entre otras; ver Capítulo 10) dando así origen a una amplia variedad de productos de panificación y panadería.

El trigo posee alrededor de un 10 % de proteínas, el 15 % del mismo corresponde a las albúminas y las globulinas y el 85 % a la gliadina y glutenina.

La gliadina y la glutenina son las responsables de la formación del gluten al dispersarse en agua y ser ejercido un movimiento mecánico como el amasado. La glutenina va a aportar a la masa la máxima elasticidad (capacidad para recuperar la forma cuando cesa la fuerza que modifica la masa) y la gliadina le dará a la masa extensibilidad (permite aumentar la superficie sin volver a la forma original).

## Pseudocereales

Existen otros granos que, si bien no pertenecen a la familia de las gramíneas, se los incluye en este grupo por su aplicación, además tanto su composición química como su morfología guardan mucha similitud con los granos que pertenecen a la familia de las gramíneas.

### Amaranto

Es una planta similar al maíz pero que no da mazorca, de hojas rojas y flores amarillas. Las semillas son pequeñas de 1 a 1,5 mm de diámetro, de colores amarillentos, púrpuras y negros, el peso por semilla es de 0,6-1,3 mg aproximadamente.

El contenido en proteínas (12-17 %) es más alto que en los cereales, posee alto contenido en lisina y metionina (proteína de buena calidad).

Los lípidos van a representar un 1,9 - 9,7 %, donde va a predominar el ácido linoleico (47 %), oleico (26 %), palmítico (19 %).

Por su parte el almidón va a encontrarse en un porcentaje de 57 %.

A partir de su grano entero o molido (harina) se pueden preparar sopas, postres, papillas, tortas, budines, bebidas refrescantes entre otros productos.

Las hojas tiernas se pueden consumir como cualquier otra verdura.

## Quinoa

Otro de los pseudocereales es la quinoa, se cultiva principalmente en la cordillera de Los Andes, los países productores generalmente son Bolivia y Perú. La forma más común para el consumo humano es la semilla, pero los animales suelen consumir la planta entera.

El diámetro de la semilla puede variar entre 1,5 a 4mm, aproximadamente 350 semillas pueden pesar 1g.

Al igual que los cereales presentan cerca de un 60 % de hidratos de carbono. Contiene mayor proporción de proteínas que los cereales (entre un 13,8 - 16,5 %) y de alta calidad ya que posee todos los aminoácidos esenciales en mayor cantidad que los cereales comunes (rica en lisina y aminoácidos azufrados). Los pseudocereales a diferencia de los cereales presentan una mayor proporción de albúminas y globulinas.

Posee una proporción de 1,8- 9,5 % de grasas, donde predominan los ácidos grasos insaturados (70-80 %) destacándose el ácido linoleico y oleico.

La quinoa presenta saponinas y ácido fítico que son factores antinutricionales. Para eliminar las saponinas es necesario lavar varias veces los granos, previo al consumo y al hervido.

Se puede utilizar para realizar tortas, panes, galletitas, pastas, bebidas suaves, licores, postres, mermeladas, snacks.

## Trigo sarraceno

El trigo sarraceno (*polygonum fagopyrum*) es originario de Asia. Un aspecto importante a destacar es que, a diferencia del trigo que describimos anteriormente, este es apto para las personas celíacas, debido a que sus proteínas no forman gluten. Motivo por el cual no produce pan, galletitas, ni productos de panadería de buena calidad, por lo que es necesario una mezcla que contenga al menos 75 % de harina de trigo pan y 25 % de trigo sarraceno.

En su composición química presentan un 12 - 18,9 % de proteínas, está constituido por albúminas y globulinas. Las proteínas que presenta son ricas en arginina y lisina (principal aminoácido limitante en los cereales), por su parte el contenido de metionina y treonina es bajo.

Contiene almidón, el cual se acumula en el endospermo y su contenido en el grano completo representa entre 59 - 70 %. Presenta almidón resistente.

La fibra dietética que lo constituye está formada por celulosa, hemicelulosa, pectina y gomas.

El trigo sarraceno presenta un menor porcentaje de lípidos que la quinoa y el amaranto. El grano completo presenta entre un 1,5 - 4 % mientras que en las harinas contienen cerca de un 3 %. Entre los ácidos grasos predomina el oleico 42 %, linoleico 32 % y palmítico 16 %.

Este pseudocereal es rico en flavonoides, el más predominante en el mismo es la rutina.

Productos industriales que se elaboran a partir del trigo sarraceno son galletitas, tortillas, copos de cereales para desayuno, pastas.

**Tabla 9.3. Pseudocereales y su composición química.****COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS GRANOS DE TRIGO SARRACENO, QUINOA Y AMARANTO**  
g/ 100 g de porción comestible

CEREAL	KCAL	AGUA	PROT.	LÍP.	HDC	ALMIDÓN	FIBRA	CENIZAS
TRIGO SARRACENO (GRANO)	343	9.8	13.3	3.4	61.5	-	10.0	2.1
QUINOA (GRANO NO COCINADO)	368	13.3	14.4	6.1	57.2	52.2	7.0	2.4
AMARANTO (GRANO NO COCINADO)	371	11.3	13.6	7.0	58.6	57.3	6.7	2.9

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Gil, Á. Tratado de Nutrición Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Capítulo 6.

## Tipos de granos y sus derivados

Habitualmente los cereales se procesan previa a su utilización, se pueden fragmentar mediante molienda, excluyendo o no el salvado. De acuerdo al tipo de molienda podremos obtener: el grano entero, triturado, decorticado, sémola, semolín, harina, fécula.

Algunos derivados de la molienda de los distintos cereales serán:

- Grano triturado: a partir de su molienda podemos obtener la harina integral o de Graham. Contiene tanto el endospermo como el salvado.
- Salvado o afrecho: proviene de las capas externas del grano, sin el endospermo.
- Grano pelado: sin tegumentos, por ejemplo, el arroz blanco.
- Sémola: harina granulosa obtenida por la ruptura industrial del endospermo, la primera parte de la molienda, podemos mencionar a la sémola de trigo (clásica Vitina, marca comercial) o la harina de maíz.
- Semolín: molienda más fina que la sémola, presenta un tamaño intermedio entre la sémola y la harina.
- Harina: es el producto derivado de la molienda del endospermo, sin el germen y los afrechos.
- Almidón o fécula: Harina fina que se obtiene de la molienda del endospermo en la cual casi la totalidad de la misma contiene almidón. Se lo llama almidón si corresponde a los órganos aéreos de las plantas (como el almidón de maíz) y fécula a los que se encuentran en las partes subterráneas como raíces o tubérculos (fécula de papa, de mandioca).

## Cereales durante la cocción

Durante la cocción de los granos de cereales en medio acuoso, al tener una mínima proporción de agua en su composición, el mejor método será el húmedo donde habrá absorción de agua y por ende incremento de volumen y peso, disminución de su consistencia debido al ablandamiento de las membranas celulares, disolución de vitaminas, minerales y pectinas que pasarán al medio de cocción.

**Tabla 9.4.** Variación del peso y volumen de los granos de diferentes cereales según el método de cocción.

### COCCIÓN DE CEREALES

CEREAL	MÉTODO DE COCCIÓN	VARIACIÓN DE PESO (%)	VARIACIÓN DE VOLUMEN (%)	TIEMPO DE COCCIÓN (MIN)
ARROZ BLANCO	EBULLICIÓN	310	322	20
	PRESIÓN	306	288	5
ARROZ INTEGRAL	EBULLICIÓN	265	280	30
	PRESIÓN	215	222	10
MAÍZ PELADO	EBULLICIÓN	264	272	90
	PRESIÓN	230	240	30
TRIGO PELADO	EBULLICIÓN	266	277	30
	PRESIÓN	232	246	10

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Garda, M. R. Técnicas del manejo de los alimentos. Capítulo 13.

## Referencias

- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo IX: Cereales.
- Garda, M. R. (2016). *Técnicas del manejo de los alimentos*. Capítulo 13: Cereales. Editorial Eudeba.
- Gil, A. (2017). *Tratado de Nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Tomo III. Capítulo 18: Aditivos alimentarios. Editorial Médica Panamericana.
- Koppmann, M. 2011. *Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Capítulo 4. Editorial Siglo XXI.
- Medin, R., & Medin, S. P. 2011. *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 12: Cereales. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

# CAPÍTULO 10

## Harinas

*Brenda Pappalardo*

### Definición

Según el Código Alimentario Argentino: “con la denominación de Harina, sin otro calificativo, se entiende el producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo que responda a las exigencias de éste.

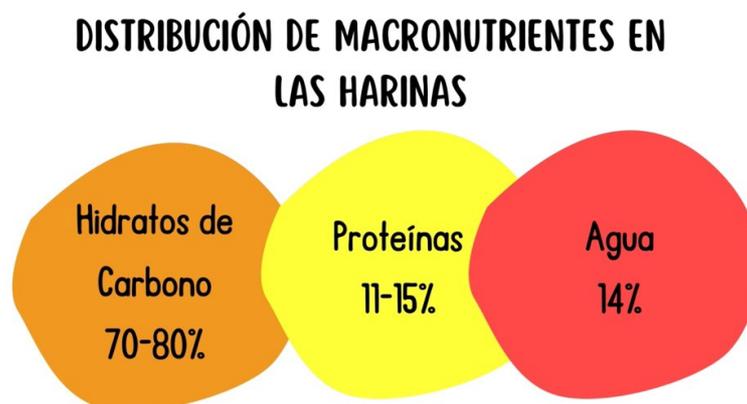
Las harinas tipificadas comercialmente con los calificativos: cuatro ceros (0000), tres ceros (000), dos ceros (00), cero (0), medio cero (medio 0), Harinilla de primera y Harinilla de segunda, corresponderán a los productos que se obtienen de la molienda gradual y metódica del endospermo en cantidad de 70- 80 % del grano limpio”.

“Las harinas de otros cereales o leguminosas deberán denominarse de acuerdo a la materia o materias primas empleadas (harina de maíz, harina de arvejas, etc).” (CAA cap IX, art 661, 663 pág 80; 82).

La harina puede provenir de diferentes tipos de trigo: *Triticum vulgare*, el cual da lugar a harinas blandas para la elaboración de galletitas y panes o de *Triticum duro/candéal*, para la producción de pastas.

Las harinas al derivar de la molienda del endospermo van a tener la totalidad del almidón y una proporción de proteínas, representadas por las prolaminas y gluteninas (85 %), responsables del desarrollo del gluten con el amasado; en una proporción menor encontramos las albúminas y globulinas (15 %).

**Esquema 10.1.** *Porcentaje de macronutrientes presentes en las harinas.*



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

Las harinas blancas no poseen el salvado, que es la parte más externa del grano de trigo, debido a que, en la molienda, este es retirado. Motivo por el cual se van a perder aminoácidos (lisina/triptófano), vitaminas, minerales y ácido fólico.

## Modificaciones fisicoquímicas en las harinas

Durante la elaboración de alimentos a base de harina se producen ciertas modificaciones en el almidón como la gelatinización, gelificación, retrogradación (Ver Capítulo 4), y de la misma manera modificaciones en las proteínas, a partir de las cuales se dará lugar a la formación de gluten.

### Formación de gluten

#### ¿Qué ocurre con las proteínas en el amasado?

Durante el amasado, es decir la operación mecánica que se le realiza a las masas en el cual vamos rotando y ejerciendo presión en la misma con el fin de obtener un bollo homogéneo, liso al que luego se le dará forma para la elaboración de distintos productos, se va a generar el **gluten**. Este no es nada más que una red viscoelástica tridimensional proteica que permitirá contener aire y brindar a la masa elasticidad y plasticidad para el aumento de volumen durante el horneado, entre otras cosas. A medida que vamos rotando la masa, las proteínas, previamente hidratadas con el agregado de agua que se utiliza para formar el bollo, van a comenzar a interactuar entre ellas mediante interacciones inter e intramoleculares; propiamente se establecen puentes disulfuro entre las cadenas de gluteninas y gliadinas, desarrollando así el gluten. Es por eso que podemos decir que la harina **no contiene gluten**, sino que éste es desarrollado con el amasado en presencia de agua.

Práctica:

→ *Detectando el gluten en una masa, experiencia casera: mezclar un poco de harina con agua hasta formar un bollo, amasar y luego colocarlo en un colador de alambre bajo el chorro de agua de la canilla e ir presionando con las manos para que no se desarme. Vamos a comenzar a ver que sale un líquido blanquecino (el almidón), debemos esperar a que el líquido se torne transparente, (aquí debemos tener paciencia porque suele tardar). Como resultado obtendremos un bollito color gris, éste es el **gluten**.*

**Imagen 10.1. Experiencia: detectando el gluten en una masa.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Las experiencias que se muestran fueron elaboradas por estudiantes de la cátedra.

### Composición del gluten

Las principales proteínas que conforman el gluten son:

- Gliadinas: proporcionan extensibilidad a la masa, favoreciendo su expansión con el incremento del volumen.
- Gluteninas: responsables de la elasticidad y cohesión de la masa.

Por su parte el gluten va a estar conformado por: 90 % proteínas (55 % gliadina, 45 % glutenina), 8 % lípidos y 2 % carbohidratos.

Durante el amasado va a desarrollar ciertas características, entre ellas:

- **Adhesividad:** corresponde a una propiedad de superficie donde hay una atracción entre las micelas proteicas y otras superficies de contacto, lo que va a permitir que la masa se adhiera a una superficie como una mesa. Esto lo vamos a poder observar en una primera instancia del amasado cuando la masa tiende a pegarse a las manos.
- **Cohesión:** esta definido como la atracción que ejercen entre sí las moléculas de un cuerpo oponiéndose a la desintegración. Esta fuerza interna, le va a dar la capacidad a la masa de despegarse de la superficie con la que está en contacto y de esta forma vencer a la adhesividad.
- **Elasticidad:** esta responde a una característica propia del gluten por la cual, al estirar una masa, ésta puede volver a su tamaño y forma original en la medida que cesa el estiramiento.
- **Extensibilidad:** es la propiedad que posee un cuerpo que le permite extenderse a través de una fuerza y mantenerse en esa forma cuando cesa dicha fuerza. Para lograr el desarrollo de esta propiedad debemos dejar reposar la masa, ya que, de esta forma, disminuye la cohesión y damos lugar a la extensibilidad.

**Imagen 10.2. Amasado y desarrollo de las características del gluten.**

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

**¿Qué ocurre durante la cocción?**

En la cocción va a incrementarse el volumen de la masa como resultado del gas que se encuentra en expansión por el aumento de la temperatura, este gas deriva de los agentes de levantamiento (ver más adelante en este mismo Capítulo, Agentes de levantamiento). En este incremento del volumen va a cumplir un rol fundamental la elasticidad ya que va a permitir retener ese gas. Una vez que el gluten se ha levantado, la presión de vapor mantiene su volumen hasta que el calor coagula a las proteínas y fija la estructura. Producto de la cocción, en el interior de algunos alimentos horneados, pueden observarse bolsas, producidas por las burbujas de vapor (presencia de agua en la masa) atrapadas por el gluten. Por su parte, durante la cocción va a producirse la gelatinización del almidón.

**Función de los ingredientes**

Al elaborar sistemas alimentarios a base de harinas vamos a incorporar algunos ingredientes que van a contribuir a las características que van a adquirir los productos elaborados. Entre los más utilizados podemos mencionar:

**Líquidos**

Podemos mencionar a la leche, el agua proveniente de los huevos o agua propiamente dicha. La cantidad que incorporamos de éstos, es decir la relación líquido/sólido, va a determinar la consistencia de las masas. El agregado de los mismos nos va a permitir disolver la sal, el azúcar, el polvo de hornear. En este último cumple una importante función ya que sus componentes se ionizan con el agua y pueden reaccionar produciendo el gas leudante que producirá posteriormente el aumento del volumen de las masas. Por su parte el agua también intervendrá en la gelatinización del almidón, la formación del gluten y actuará como agente de levantamiento físico al transformarse en vapor durante la cocción (ver más adelante en este mismo Capítulo, Agentes de levantamiento).

En las masas en las que necesitamos que no haya desarrollo del gluten debemos limitar su incorporación para evitar la hidratación proteica y desarrollo de la red.

### **Azúcar**

Aporta sabor dulce, va a ser el sustrato para que las levaduras fermenten y produzcan el dióxido de carbono que permitirá aumentar el volumen de las preparaciones. Ante esto se debe advertir que grandes cantidades de azúcar tendrán un efecto oxidante en las levaduras disminuyendo la velocidad de reproducción, además de disminuir la disponibilidad de líquido para la reproducción de las mismas debido a su afinidad con el agua. Por otro lado, va a producir productos de tostación en las preparaciones debido a que al reaccionar con algunos aminoácidos van a generar la reacción de *Maillard*.

### **Huevo**

Va a actuar como medio de unión, siendo útil para la incorporación de aire mediante la formación de espumas, por su parte la clara va a incorporar agua mientras que la yema aportará color por la presencia de carotenoides y agentes emulsionantes. Además, el aumento de la temperatura producirá la coagulación de sus proteínas confiriéndole estructura y rigidez a las preparaciones junto con la red de gluten.

### **Lípidos**

Otorga un sabor particular a la masa e interviene en consistencia y textura, produciendo masas blandas. Otras veces se presentan masas duras o rígidas, o con estructuras estratificadas que al cortarse se quiebran con facilidad. En gran cantidad limitan el desarrollo del gluten (**aminoramiento o acortamiento del gluten**) debido a que se asocian a la parte no polar de las proteínas que formarán el gluten impidiendo que se unan entre sí. Por ello se sugiere agregar a lo último.

### **Sal**

Se puede incorporar para dar sabor. Si como agente de levantamiento decidimos utilizar levadura, se recomienda agregarla lejos de las mismas ya que competirán con estas por el agua e impedirán su reproducción. Con proporciones mayores al 1 %, la fermentación se enlentece.

Además de esto ejerce un efecto sobre las proteasas, que son enzimas capaces de hidrolizar las proteínas que luego formarán el gluten, con lo cual su presencia disminuye la fuerza de la red de gluten. La sal por su parte, al agregarla logra frenar el efecto de las proteasas.

## Agentes de levantamiento

En los alimentos elaborados a base de harinas se suelen incorporar durante la elaboración diferentes sustancias o utilizar ciertos procesos que contribuirán a incrementar el volumen de los productos elaborados, a estos los llamamos agentes de levantamiento, entre ellos podemos mencionar los biológicos, los físicos y los químicos.

### Agentes de levantamiento biológicos

Las levaduras son microorganismos unicelulares que a partir de sus enzimas metabolizan azúcares fermentantes produciendo **alcohol etílico y dióxido de carbono**. El alcohol etílico se evapora en su mayor parte en el momento de la cocción mientras que el dióxido de carbono formado en la masa tiene acción leudante expandiéndose, producto del aumento de la temperatura durante la cocción, generando con ello aumento del volumen de las masas. Al utilizar levaduras es aconsejable disolverlas con un líquido tibio y un poco de azúcar, previa a su incorporación en la harina para activar su fermentación, lejos de la sal por lo anteriormente explicado. Se puede utilizar levadura fresca y levadura seca en una proporción del 4 al 6 % del peso de la harina. Su crecimiento óptimo es a una temperatura de 26 °C.

### Agentes de levantamiento físicos

Estos derivan de procedimientos de tipo mecánicos como el batido que permite la incorporación de aire que luego, con el incremento de la temperatura, se expandirá en el proceso de cocción y dará lugar al aumento de volumen del alimento. Así mismo el vapor de agua es considerado un agente de levantamiento de tipo físico producto del agua libre presente en los ingredientes incorporados como el huevo, la leche, el agua propiamente dicha, la cual va a transformarse en vapor al incrementarse la temperatura, generando incremento del volumen. Ejemplos de lo descrito lo vemos en la elaboración del bizcochuelo, pasta choux y soufflés.

### Agentes de levantamiento de tipo químico

En este caso se utilizarán productos químicos alcalinos como el bicarbonato de sodio o amoníaco que libera dióxido de carbono al reaccionar con ácido en presencia de agua, el cual se va a expandir durante el horneado como hemos descrito en otras oportunidades. Una experiencia casera de esto último la podemos observar al mezclar agua, bicarbonato de sodio y vinagre, al hacerlo veremos cómo se generan muchas burbujas de CO<sub>2</sub>. Los agentes de levantamiento químicos más usados en la actualidad son los polvos para hornear, que según el CAA se describen como:

Con la denominación de... Polvos para hornear, se entienden las preparaciones destinadas a producir el levantamiento de la masa elaborada con harina, agua, leche u otras sustancias agregadas, ya sea por la sola acción del calor

o la de ésta y la acción recíproca de sus componentes debido al desprendimiento gaseoso.

Las mezclas de las preparaciones estarán constituidas por:

- Bicarbonato de sodio o bicarbonato de amonio o sus mezclas.
- Tartrato ácido de potasio o fosfato ácido de calcio o pirofosfato de sodio o fosfato ácido de sodio y aluminio o sus mezclas.

En reemplazo parcial o total de las sustancias mencionadas en b) podrá utilizarse ácidos: cítrico, tartárico, málico, fumárico o sus mezclas y las que a ese mismo efecto apruebe la autoridad sanitaria nacional. (CAA Artículo 1259 (Res 153, 15.2.78).

Actualmente podemos encontrar en el mercado polvos para hornear de acción doble los cuales liberarán CO<sub>2</sub> en la masa y luego en la cocción.

*Experiencia práctica, polvo de hornear casero:*

**Ingredientes**

→ 1 cucharadita de bicarbonato de sodio

→ 2 cucharaditas de cremor tártaro

**Procedimiento:**

→ Mezclar los ingredientes en un bol

→ Inmediatamente utiliza la mezcla en tu preparación

## Sistemas alimentarios a base de harinas

Son sistemas alimentarios derivados de la mezcla de harina con otros ingredientes, algunos de ellos ya mencionados. “La diferencia en la apariencia, sabor y textura de los productos es debido a las variaciones en las proporciones de los ingredientes, métodos de mezcla y temperaturas de cocción”, (Garda, 2016).

Conforme al procedimiento mecánico utilizado y a la proporción de agua contenida en las masas en crudo, la cual va a determinar su consistencia, podemos diferenciar dos grandes grupos: batidos y amasados.

### Batidos

Estos van a caracterizarse por poseer mayor cantidad de líquido que de harina, durante su preparación se va a incorporar aire debido a la mezcla o batido de los ingredientes. En este tipo de sistemas es importante evitar la formación de grumos.

Dentro de los batidos podemos encontrar preparaciones como:

- Panqueques
- Pasta de freír
- Pasta choux
- Vainillas
- Bizcochuelo

En base a lo estudiado es importante conocer los ingredientes presentes en los diferentes sistemas alimentarios y qué es lo que ocurre con ellos en el proceso de elaboración.

### **Panqueques**

Ingredientes:

- Huevos 4 unidades
- Harina 0000 250 g.
- Leche 500 cc.

¿Qué modificaciones físico químicas ocurren durante su elaboración? Se produce la gelatinización del almidón, las proteínas del huevo coagulan confiriendo estructura a la masa, hay poco desarrollo del gluten.

### **Pasta de freír**

Esta masa va a ser más viscosa que la de los panqueques debido a su menor proporción de leche. Su cocción es mediante fritura.

Ingredientes:

- Harina leudante 75 g.
- Huevo 1 unidad
- Leche c/n
- Acelga, brócoli, frutas o el ingrediente que queramos para darle sabor

¿Qué modificaciones físico químicas ocurren durante su elaboración? El almidón va a gelatinizar, hay poco desarrollo del gluten, las proteínas del huevo van a coagular.

### **Pasta choux (Profiteroles)**

Ingredientes:

- Agua 250 cc.
- Manteca 100 g.
- Sal 4 g.
- Harina 0000 150 g.
- Huevos 4 unidades
- Azúcar 5 g.

**Imagen 10.3. Profiteroles con dulce de leche.**

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Las experiencias que se muestran fueron elaboradas por estudiantes de la cátedra.

“Se caracteriza por la forma particular de mezclar los ingredientes. Se incorpora la harina al agua hirviendo, que ya contiene sal y la manteca fundida, que se encuentra en la superficie del líquido, y debido a que no se mezclan, protege a la harina antes de que se ponga en contacto con el líquido caliente impidiendo la formación de grumos, formándose una pasta espesa por la gelatinización del almidón”, (Garda, 2016). La cocción se hará en horno a elevadas temperaturas en un principio donde el agua se transformará en vapor dando lugar a la formación de los huecos o cavernas característicos de los profiteroles que luego permitirán su relleno.

¿Qué modificaciones físico químicas ocurren durante su elaboración? Tanto el huevo como el agua van a formar parte del líquido que tenga la masa, el que luego se transformará en vapor en la cocción el cual generará el incremento del volumen. Por su parte las proteínas del huevo coagularán durante el horneado otorgándole estructura y rigidez a los profiteroles. El almidón gelatinizará con el incremento de la temperatura.

**Vainillas**

Ingredientes:

- Yemas 4 unidades
- Claras 4 unidades
- Azúcar 100 g.
- Harina 0000 100 g.

¿Qué modificaciones físico químicas ocurren durante su elaboración? En su elaboración se batirán las claras con una parte del azúcar y las yemas con el azúcar restante, lo cual permitirá la incorporación de burbujas de aire que luego se expandirán durante el horneado incrementando el volumen de la preparación. Por último, se agrega la harina con movimientos envolventes para evitar que el aire incorporado se escape y disminuya el volumen en el horneado. Por su parte las proteínas del huevo contribuirán a la formación de las burbujas de aire durante el batido y en el horneado coagularán aportando rigidez y estructura a las vainillas. El almidón gelatinizará durante el horneado.

## Bizcochuelo

Ingredientes:

- Huevo 7 unidades
- Azúcar 210 g.
- Harina 000 210 g. \*

\*30 g. de harina y azúcar por cada huevo

¿Qué modificaciones físico químicas ocurren durante su elaboración? Durante el batido inicial del huevo con el azúcar se debe formar una espuma (punto letra), logrando con ello duplicar el volumen inicial, en este paso las proteínas del huevo van a colocarse en la interfase aire-agua ayudando a la formación de las burbujas de aire. El huevo por su parte aportará color y conferirá estructura al bizcochuelo durante el horneado debido a la coagulación de sus proteínas. Tanto el aire incorporado, como el vapor de agua formado durante la cocción, van a ser los agentes de levantamiento presentes en esta preparación. La harina se agrega previo al horneado con movimientos envolventes para evitar el escape de las burbujas de aire debido a este poco movimiento mecánico en su incorporación. Si bien las proteínas que formarán el gluten se hidratan, el gluten se desarrolla en menor medida. El almidón gelatinizará durante el horneado.

## Amasados

Estos se van a caracterizar por involucrar en su preparación procedimientos mecánicos, tanto la mezcla como el amasado. Por otro lado, la cantidad de líquido es menor, lo que dará lugar a una consistencia más firme. En este tipo de masas, a diferencia de los batidos, no se anhela desarrollar el gluten debido a las características de las mismas, que son quebradizas y más firmes; a excepción del pan donde sí se quiere un mayor desarrollo de esta red proteica.

Dentro de los amasados podemos describir:

### Pasta real

Ingredientes:

- Huevo 1 unidad
- Yema 1 unidad
- Harina leudante 400 g.
- Azúcar 200 g.
- Manteca 200 g.
- Esencia de vainilla 1 cda.

**Imagen 10.4. Pasta real, masa de pasta frola.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Las experiencias que se muestran fueron elaboradas por estudiantes de la cátedra.

¿Qué modificaciones físico químicas ocurren durante su elaboración? En este caso podemos incorporar los ingredientes de dos formas: mediante una emulsión en la que por último incorporaremos la harina o con un arenado donde la incorporación de los ingredientes secos se hace en primer lugar junto con la manteca. En una primera instancia se hidratan las proteínas que luego formarán el gluten, en este caso, hay muy poco desarrollo del mismo debido a que prácticamente no hay amasado y por otro lado hay mucho contenido lipídico, lo que generará el aminoramiento del gluten. No hay incorporación de agentes de levantamiento. Durante la cocción se gelatiniza el almidón, coagulan las proteínas del huevo aportando rigidez, hay escasa evaporación de agua y poca modificación del volumen.

### **Hojaldre**

Ingredientes:

- Harina 500 g.
- Manteca 300 g.
- Agua 250 cc.
- Sal 10 g.

¿Qué modificaciones físico químicas ocurren durante su elaboración? Es una masa que se caracteriza por los numerosos repliegues que se realizan durante su elaboración, los cuales con la ayuda del vapor de agua (agente de levantamiento) producido en el horneado, formarán una estructura estratificada y quebradiza. Debido a la cantidad de lípido incorporada habrá aminoramiento del gluten. El almidón gelatinizará en el horneado.

### **Pastas**

Aquí podemos encontrar a los fideos de diferentes tipos y a las pastas rellenas. Su cocción a diferencia de lo que hemos visto hasta ahora será por medio acuoso (hervido).

Ingredientes:

- Harina 0000 500 g.
- Huevo 5 unidades \*
- Aceite de oliva 2 cdas.
- Sal 1 cda.

\*un huevo por cada 100 g. de harina

¿Qué modificaciones físico químicas ocurren durante su elaboración? Los huevos van a aportar agua, color y mayor consistencia, producto de la coagulación de sus proteínas. En una primera instancia se van a hidratar las proteínas del gluten y luego mediante el amasado se produce su desarrollo, en este caso no se necesita que predomine la extensibilidad sino la cohesión.

Su cocción se debe hacer con abundante agua, en la misma se va a producir un aumento del volumen debido a la absorción de agua y se va a gelatinizar el almidón. Si la cocción es excesiva las pastas quedarán pegajosas.

## Pan

Ingredientes básicos:

- Harina
- Levadura
- Azúcar
- Sal
- Agua
- Aceite (puede o no estar presente)

¿Qué modificaciones físico químicas ocurren durante su elaboración? Para formar la masa se debe colocar la harina en forma de corona, esta posee una pequeña cantidad de azúcares que serán sustrato para la fermentación bacteriana, las enzimas presentes en las mismas van a hidratarse con el agregado de agua durante la formación de la masa y activarse, por ello la importancia del agregado de sal -en los bordes para evitar el contacto con las levaduras- para frenar el efecto de las proteasas que hidrolizan las proteínas que luego formarán el gluten. Por otro lado, es necesario disolver las levaduras en agua tibia (en la levadura seca, temperaturas ideales entre 40 - 46 °C), con el agregado de azúcar (para acelerar el proceso de fermentación). Las levaduras son las responsables de transformar la maltosa obtenida por hidrólisis del almidón a través de las amilasas, en glucosa, y ésta por medio de una zimasa, produce dióxido de carbono, que queda atrapado en la red de gluten que se crea durante el amasado y luego se expandirá en el horneado con el consecuente aumento de la masa, y alcohol, que se evaporará en la cocción. El CO<sub>2</sub> forma los alvéolos que se pueden observar en la miga.

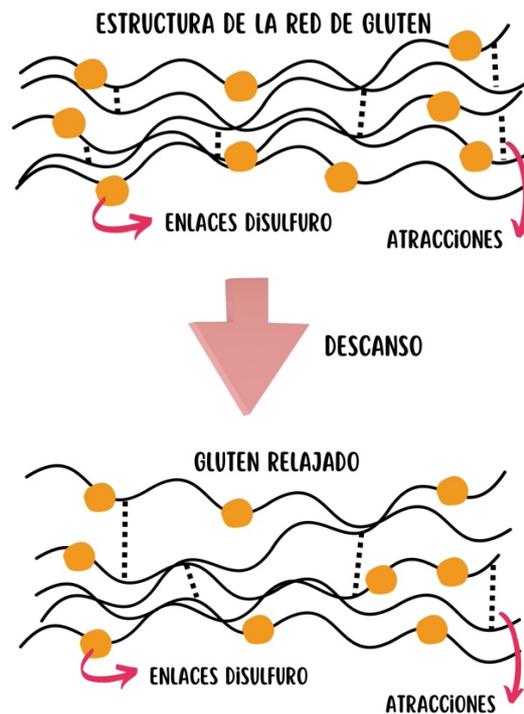
Para una adecuada velocidad de reproducción de las levaduras es importante tener en cuenta la adecuada disponibilidad de agua (recordemos que tanto la sal como los azúcares tienden a

interaccionar con el agua reduciendo su disponibilidad), la presencia de azúcares, y la temperatura, ya que si es muy alta las inactivará. Además, todos estos factores van a influir, no sólo en la reproducción de las levaduras y su velocidad, sino también en la producción de CO<sub>2</sub>.

Luego que disolvemos la levadura en agua o leche, la colocamos en el centro de la harina junto con el resto del agua a medida que mezclamos. Debemos lograr formar una masa de textura homogénea y que no se adhiera a la superficie, lo cual logramos mediante el amasado.

En la medida que amasamos estaremos distribuyendo las levaduras en toda la masa y dispersando de esta forma también las burbujas de gas que formarán durante la cocción los característicos alvéolos presentes en la miga de pan. Además de esto, con el amasado favorecemos al desarrollo de la red de gluten que logra rodear los gránulos de almidón que posteriormente gelatinizarán en el horneado. Una vez que logramos una masa lisa la llevaremos al siguiente paso que es la fermentación, donde colocaremos la masa previamente tapada en un lugar para que descanse e incremente su tamaño. En este proceso se relajan las cadenas o cordones de gluten, se produce un incremento del gas liberado por el trabajo de las levaduras, como así también un incremento del volumen. La temperatura ideal para que ocurra este proceso de manera eficiente es a los 26 °C.

**Esquema 10.2.** Descanso de la masa y relajación del gluten.



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de Koppmann, M. Manual de gastronomía molecular.

El encuentro entre la ciencia y la cocina. Capítulo 8.

Luego de la fermentación con el fin de eliminar un poco el aire formado y distribuir de manera uniforme las levaduras, desgasificamos la masa mediante el amasado. Con ello estaremos retirando parte del gas formado para evitar que las capas de gluten se estiren de manera excesiva,

distribuir uniformemente las levaduras permitiendo un desarrollo homogéneo de dióxido de carbono en toda la masa, incorporar oxígeno a la masa, necesario para la vida de las levaduras, y renovar el aporte de nutrientes que en ella se encuentran. Después de un segundo amasado, se deja descansar la masa, se moldea y se dispone en recipiente para hornear, y se deja fermentar por última vez, permitiendo que se esponje nuevamente para que la masa duplique su volumen. Este último fermento puede hacerse o no, y pasar directamente al horneado.

Debemos llevar a cocción los panes a una temperatura de entre 200 y 220 °C. Durante el horneado como ya hemos mencionado se produce un aumento del volumen; en este caso de los panes, producto de los agentes de levantamiento biológicos; el aumento de temperatura estimula a las levaduras a producir más dióxido de carbono. Esto ocurre cuando en el interior del pan la temperatura alcanza los 40 °C; luego de esta temperatura las levaduras se inactivan. El aire y el CO<sub>2</sub> se expanden por el calor, el agua se transforma en vapor y las proteínas del gluten se desnaturalizan otorgando estructura (70 - 80 °C). Es importante realizar cortes al pan para evitar que se deforme. Por su parte el almidón va a gelatinizar (60 - 75 °C) y los azúcares formarán la costra superficial debido a la reacción de *Maillard* otorgándole al pan el color y olor característico.

### Envejecimiento del pan

El pan luego de un tiempo se seca, se endurece y pierde elasticidad, la miga se hace tosca, rígida y se desmenuza con facilidad. Esto va a ocurrir debido a la retrogradación del almidón ya descripta anteriormente (ver Capítulo 4). Pero cuando incorporamos lípidos al pan van a impedir la salida de agua por lo cual se mantendrá fresco por más tiempo. El agregado de lípidos puede retardar el envejecimiento del pan, **pero no evitarlo**.

## Referencias

- Garda, M. R. (2016). *Técnicas del manejo de los alimentos*. Capítulo 6: Harina. Editorial Eudeba.
- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo IX y XVIII.
- Koppmann, Mariana. (2011). *Manual de gastronomía molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Segunda parte, Capítulo 8. Editorial Siglo XXI.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 12: Cereales. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

# CAPÍTULO 11

## Legumbres

*Jazmín Apesteguía*

### Introducción

Las legumbres pertenecen a la familia vegetal *Fabaceae* o *Leguminosae*, el tercer grupo de plantas más numeroso del planeta, de distribución global y cuyo origen se presume hace alrededor de 90 millones de años. Su cultivo mejora la calidad del suelo por la asociación simbiótica que sus raíces mantienen con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, lo que supone importantes ventajas ecológicas, ya que aumentan la fertilidad del suelo donde crecen.

Se consideran legumbres secas a las semillas deshidratadas comestibles de leguminosas que producen de una a doce granas de diferente tamaño, forma y color dentro de una vaina, ya sea para uso alimentario humano o como forraje animal. Aunque taxonómicamente es correcto asociar las arvejas frescas, las alubias verdes, la soja o la alfalfa dentro de esta familia vegetal, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) incluye estos últimos entre los vegetales y hortalizas, de la misma forma que tampoco utiliza esta denominación para las semillas cuyo objetivo es la producción de biocombustible.

### Alimentos o grupo de alimentos que se incluyen

Dentro de la clasificación de las legumbres secas se encuentran:

- Leguminosas grano o legumbres con un moderado contenido en proteína (20 - 30 %) y alto en hidratos de carbono complejos (30 - 60 %) y fibra alimentaria (11 - 25 %), y bajo contenido en grasa (1 - 5 %) mayoritariamente de tipo insaturado. En este grupo se encuentran las semillas de lenteja, arveja, poroto, alubia y garbanzo.
- Leguminosas oleaginosas como la soja, el maní, lupines; con un alto contenido en proteína (28 - 42 %), grasa (8 - 52 %) y fibra alimentaria (3 - 40 %) y muy bajo o nulo de hidratos de carbono complejos, como el almidón.

**Esquema 11.1. Tipos de leguminosas.**



Nota. Fuente: elaboración propia.

## Variedad de legumbres

Las legumbres son porotos (judías, frijoles, alubias y habichuelas). Estas son las distintas variedades de *Phaseolus vulgaris* y de *Dolichos labiab* y pueden ser consumidas frescas o desecadas. Tienen entre sí formas, tamaños y colores diferentes. Algunas poseen vaina blanda, mientras que otras no. Cuando las vainas se presentan apergaminadas denotan la madurez. Pueden ser grandes o pequeñas y rojas, blancas, púrpuras, negras y amarillas.

Se cultivan para obtener los granos secos (alubias) y también para el consumo de las vainas completas (judías verdes). No toleran el frío y se adaptan mejor a un medio ambiente soleado. Las temperaturas óptimas de desarrollo son de 18 °C a 24 °C.

Las habas (*Vicia faba*) son plantas silvestres con semillas grandes y fáciles de secar. Crecen en cualquier tipo de terreno y en climas frescos.

El garbanzo (*Cicer arietinum*) crece en climas cálidos a templados. Tiene una vaina corta y vellosa que contiene de 2 a 3 semillas. Son pegajosas y producen ácido oxálico. En general se consumen secas o en harina. Son muy utilizadas en comidas árabes, españolas, de América Central y del Sur. Los garbanzos son agentes espesantes y estabilizantes de las salsas. Las lentejas (*Lens esculenta Monch* y variedades) son semillas secas grandes o pequeñas y marrones o verdes.

Las arvejas o guisantes (*Pisum arvense* y variedades) se diferencian en distintos tipos, por su color y la forma del grano. El excesivo calor y la sequía perjudica el producto. La temperatura óptima de desarrollo es entre 12 °C y 18 °C.

La soja (*Glycine max* y variedades) es una leguminosa actualmente muy utilizada como fuente de proteína, de fibra, de aceite y como aditivo en la industria.

**Imagen 11.1.** Principales leguminosas consumidas por la población.



*Nota. Fuente: elaboración propia.*

## Definición, clasificaciones y variedades según Código Alimentario Argentino (CAA)

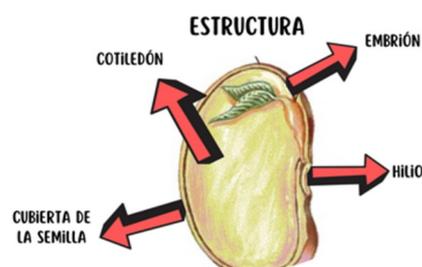
### Capítulo XI - Vegetales - art 877

Designa con el nombre de legumbres a los frutos y las semillas de las leguminosas. Se entiende por legumbre fresca la de cosecha reciente y consumo inmediato en las condiciones habituales de expendio. Las legumbres secas, desecadas o deshidratadas no presentarán un contenido de agua superior al 13 % determinado a 100 °C -105 °C.

### Estructura

¿Qué se observa en el grano de una legumbre? Las leguminosas entre sí difieren en tamaño, forma y color pero mantienen una estructura parecida. La semilla tiene una cubierta delgada que contiene a un pequeño embrión, un hilio que lo conectaba con la vaina y los cotiledones que es donde se almacena el alimento de la semilla. Las legumbres secas contienen muy poca cantidad de agua (12 %), son ricas en proteínas (en general 25 % mientras que en el caso de la soja llega al 40 %), ricas en hidratos de carbono (alrededor del 40 %), aceite (del 1 al 5 % y en el caso de la soja 23 %) y celulosa (del 3 a 4 %).

**Esquema 11.2.** Estructura del grano de legumbre.



*Nota. Fuente: elaboración propia.*

## Composición química

### Hidratos de carbono

La composición de hidratos de carbono de las leguminosas se caracteriza por la presencia de almidón, fibra, oligosacáridos (rafinosa, esteaquiosa) y presencia de azúcares simples como la sacarosa.

El almidón se caracteriza por una reducida disponibilidad física y una estructura rígida debido a su alto grado de encapsulación por las paredes celulares y su elevado porcentaje de amilopectina. Estas dan lugar a una menor gelatinización durante la cocción y aumenta su potencial retrogradación y formación de almidón resistente durante la cocción, lo que, acompañado de presencia de componentes no nutricionales (como por ejemplo, el ácido fítico) hacen que su digestibilidad sea reducida en comparación con otros almidones.

Como consecuencia de su consumo puede producir intolerancias digestivas, esto se debe a la hidrólisis microbiana de los oligosacáridos a monosacáridos y su posterior degradación a dióxido de carbono, metano e hidrógeno. También contiene fibras tales como hemicelulosa, pectinas, celulosa y lignina.

### Lípidos

Contenidos en la matriz del cotiledón, consisten en un 96 % de triglicéridos, 2 % de fosfolípidos (representado por la lecitina, emulsionante utilizado en la industria alimentaria), 0,5 % de ácidos grasos libres, 1,6 % de insaponificables -tocoferoles y fitoesteroles- asociados a la grasa son característicos de todos los aceites vegetales. En la soja se han valorado las isoflavonas, son fitoestrógenos, utilizados como aditivo funcional, para ese fin se los extrae, concentra y purifica, ya que como parte de la semilla poseen poca digestibilidad.

### Proteínas

Se encuentran en cuerpos esféricos dentro de células alargadas que forman parte del cotiledón. Están formadas por 4 fracciones: 2S, 7S, 11S y 15S.

La fracción 11S está integrada por glicinina, una de las dos globulinas de la soja, corresponde al 40 % sobre el total de proteínas, no contiene azúcar en su composición y se estabiliza por puentes disulfuro, por eso la resistencia a la desnaturalización (88 a 90 °C). La fracción 7S, formada por otra globulina, es una glucoproteína que se denomina conglucina, (35 % del total). Estas dos son las proteínas de reserva.

Las proteínas biológicamente activas como enzimas ( $\beta$ -amilasa, lipoxidasa, citocromos) y la hemaglutinina (lectina), junto con las fracciones 2S y 15S (10 a 15 %) son los inhibidores de la tripsina y quimiotripsina.

Debido a que son proteínas su desactivación se logra con la cocción en medio húmedo para que con la hidratación se aceleren los procesos o con tratamientos tecnológicos.

## Minerales

El poroto de soja contiene potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc y cobre en proporciones elevadas. Se ve disminuida su disponibilidad por la presencia de los fitatos, estos se encuentran ligados a la cáscara fundamentalmente. Los fitatos pueden eliminarse sólo por fermentación (como ser panificación) donde se activan las fitasas a pH cercanos a 5,5 y transforman los fitatos a ácido fosfórico e inositol sin interferir con los minerales.

## Compuestos bioactivos

Las legumbres se caracterizan por contener una serie de sustancias bioactivas que se conocen como factores no bioactivos o factores no nutricionales. Contiene una importante actividad biológica, que tradicionalmente no eran estudiadas como beneficiosas, sino como factores antinutritivos ya que afectan la digestión y la biodisponibilidad de otros componentes de las leguminosas.

Estos componentes, en los últimos años, han suscitado gran interés y se ha reconsiderado el concepto de “antinutriente” debido a que estos compuestos ofrecen la capacidad de proteger al organismo contra diversas enfermedades.

Algunos autores han clasificado estos componentes en dos grupos:

- Componentes nutricionales de naturaleza proteica: inhibidores de proteasas, lectinas.
- Componentes no nutricionales de naturaleza no proteica: ácido fítico, polifenoles, saponinas, oligosacáridos, alfa- galactósidos.

Los principales compuestos bioactivos se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 11.1.** *Compuestos bioactivos en las principales leguminosas de consumo humano.*

## PRESENCIA DE FACTORES NO NUTRICIONALES EN LAS PRINCIPALES LEGUMINOSAS DE CONSUMO HUMANO

FACTOR NO NUTRICIONAL	LEGUMBRE	TRATAMIENTO PARA ELIMINAR EL FACTOR
Inhibidores de las proteasas	Garbanzo, soja, lenteja, lupines, chaucha, arveja, poroto mung, poroto alubia y haba.	Tratamiento con agua (100°C-10 min)
Lectinas	Lenteja, soja, chaucha, arveja, poroto mung, poroto alubia y haba.	Tratamiento con agua (100°C-10 min)
Inhibidores de la alfa amilasa	Chaucha	Tratamientos térmicos
Ácido fítico	Garbanzo, soja, lenteja, chaucha, arveja, poroto mung, poroto alubia y haba.	Incubación en agua (60°C- 10 h), molido para quitar la capa externa de la semilla, extracción acuosa (18 h), fermentación y germinación
Saponinas	Soja, lenteja, chaucha, arveja, poroto mung y haba.	Extracción acuosa
Factor de flatulencia (alfa-galactósidos)	Garbanzo, soja, lenteja, chaucha, arveja, poroto mung, poroto alubia y haba.	Remojo en agua, fermentación y germinación
Cianógenos	Garbanzo, chaucha y arveja	Tratamiento por calor, cocción al vapor, remojo en

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Recuperado de Gil, Á. Tratado de Nutrición Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Capítulo 7.

## Modificaciones físico-químicas que sufre según distintos medios de cocción

### Remojo y Cocción

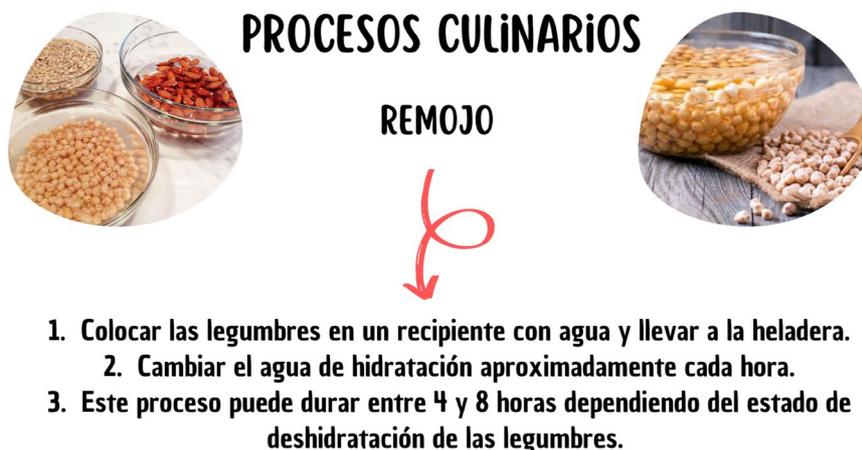
Constituye el paso previo a otros procedimientos como la cocción, la germinación o fermentación. Con este paso, se consigue la hidratación de las semillas, y los resultados pueden variar con la temperatura, el pH, la duración o el tipo de solución en remojo. Durante este proceso inicial pueden producirse pérdidas hacia la solución utilizada para hidratar las semillas de componentes no nutricionales o de nutrientes.

El proceso de cocción conduce a la gelatinización del almidón intracelular y a la rotura de sus gránulos, lo que mejora considerablemente la accesibilidad de este hidrato de carbono complejo a las enzimas digestivas. Esta mejor digestibilidad mejora la utilización nutritiva de este nutriente, así como de la proteína, que puede destinarse a fines plásticos y no energéticos.

Con respecto a la biodisponibilidad mineral, existe evidencia con respecto al tipo de tratamiento y la legumbre estudiada.

Si los métodos de cocción son muy intensos, pueden dar lugar a la desnaturalización de la proteína, a un incremento en el grado de polimerización de los taninos y a la formación de compuestos de Maillard. Estos últimos afectan negativamente a la disponibilidad de algunos aminoácidos, aunque también se ha descrito un efecto beneficioso sobre la disponibilidad mineral y capacidad antioxidante.

**Esquema 11.3.** *Proceso culinario de remojo en las legumbres.*



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

**Esquema 11.4.** *Proceso culinario de cocción en las legumbres.*



- 1. Colocar las legumbres en agua o caldo frío, opcionalmente se pueden agregar aromáticas.**
- 2. Llevar a ebullición y cocinar hasta que estén tiernas (aproximadamente de 20 a 30 minutos siempre que se haya hecho el proceso de remojo).**

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

### **Fermentación**

Este proceso biotecnológico mejora las propiedades organolépticas de los alimentos y su valor nutritivo al incrementar la densidad y biodisponibilidad de sus nutrientes. Implica una modificación intencionada de los alimentos por acción de determinados microorganismos (bacterias, hongos, levaduras), que crecen y se multiplican, consumiendo cierta cantidad de sustrato y enriqueciendo con los productos de su metabolismo. El proceso puede iniciarse de forma natural por la microbiota presente en las semillas de leguminosas o de forma controlada utilizando un cultivo específico. Este proceso biotecnológico disminuye el pH de las leguminosas fermentadas y aumenta su capacidad neutralizante, al hidrolizarse determinados nutrientes a sus componentes individuales y generarse ácidos orgánicos, al tiempo que inhibe la proliferación de otros microorganismos potencialmente tóxicos, con lo que se consigue prolongar el período de conservación del alimento. Es un método de conservación de alimentos ventajoso por su bajo requerimiento energético y económico, y conduce a cambios de textura y de características organolépticas (como sabor, aroma, apariencia y consistencia) además de importantes mejoras en la digestibilidad, seguridad y calidad del producto, así como también de sus capacidades nutricionales.

Existen diversos productos obtenidos por fermentación de la soja que se encuentran ampliamente distribuidos en el mercado, entre los que se destacan el *tempeh*, tofu, *natto*, miso y la salsa de soja.

**Esquema 11.5. Procedimiento de fermentación en las legumbres.**



## TRATAMIENTOS BIOTECNOLÓGICOS

### FERMENTACIÓN

- ✔ **Proteínas: hidrólisis (mejora digestibilidad). Por acción de las enzimas endógenas y acción microbiana.**
- ✔ **Hidratos de carbono: son utilizados por los microorganismos por lo que disminuyen los alfa-galactósidos.**
- ✔ **Micronutrientes: aumento de la biodisponibilidad como vitaminas del grupo B. Disminuye el ácido fítico.**
- ✔ **Existen productos fermentados de la soja: tempeh, natto, miso.**

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

### **Germinación**

Es un método de procesado biotecnológico. Su uso se ha vuelto popular en este último tiempo debido a su sencillez, economía, efectividad y por la capacidad de mejorar el valor nutritivo y funcional de las semillas de las leguminosas.

El proceso consiste en el remojo previo de las semillas de las leguminosas en agua durante 4- 6 horas. Después, las semillas se mantienen humedecidas mientras transcurre la germinación en diferentes condiciones de humedad, iluminación y temperatura. Durante este proceso, la plántula hace uso de las reservas energéticas y estructurales de la semilla para su desarrollo inicial, lo cual implica la aparición de cambios en el contenido y la estructura (de los componentes nutritivos como no nutritivos). Con la oxidación y degradación de sustancias de reserva durante la germinación para obtener energía y CO<sub>2</sub> que escapa de la semilla, se producen pérdidas considerables de materia seca durante el proceso germinativo, acompañadas de un aumento de proteínas y minerales y de una disminución de grasa e hidratos de carbono.

Al aplicar el proceso es importante cuidar las condiciones higiénico-sanitarias y, muy especialmente, la duración del proceso, ya que se ha observado que los períodos cortos de 2 - 4 días mejoran significativamente la ingesta del producto, mientras que el efecto opuesto se produce al aplicar períodos más largos de germinación. Como consecuencia de períodos más largos (de más de 6 días, por ejemplo); pueden producirse ácidos grasos libres que son susceptibles de oxidarse y crear compuestos volátiles que enrancian el alimento, o cambios en la textura o propiedades como la viscosidad, la dureza o elasticidad del alimento, a lo que habría que agregar procesos de contaminación microbiana que generan sabores y olores desagradables, así como aminas biógenas que afectan a la ingesta del alimento.

**Esquema 11.6.** *Procedimiento de germinación en las legumbres.*

## TRATAMIENTOS BIOTECNOLÓGICOS

### GERMINACIÓN




- ✔ **Proteínas:** hidrólisis natural (mejora digestibilidad).
- ✔ **Hidratos de carbono:** actúa sobre alfa-galactósidos (mejora digestibilidad), hidrólisis del almidón y fibra (mayor aprovechamiento nutricional).
- ✔ **Minerales:** aumento de la biodisponibilidad (por hidrólisis de componentes no nutricionales como ácido fítico).
- ✔ **Cuidar las condiciones higiénicas.**

*Nota. Fuente: elaboración propia.*

### Propiedades culinarias y aplicaciones en cocina

Las legumbres pueden ser utilizadas como semillas enteras, partidas o harinas. Actualmente, existe mucha diversidad donde pueden implementarse la utilización de las legumbres: se pueden consumir procesadas y con consistencia semisólida como pasta de maní o *hummus*, acompañadas por cereales y vegetales en la elaboración de hamburguesas, masas para tartas o pizzas; en preparaciones dulces, reemplazando la harina de trigo por harina de garbanzos o de otras variedades de harinas para tortas, *muffins*, budines y panqueques.

**Imagen 11.2.** *Sistemas alimentarios dulces y salados a base de legumbres.*



*Nota. Fuente: elaboración propia.*

### Conclusión

Las legumbres son alimentos muy versátiles, con gran aporte de macro y micronutrientes, económicos y muy rendidores.

Su consumo en nuestro país es bajo, lo cual no genera que no haya un mayor aprovechamiento de las mismas.

A través de técnicas adecuadas de remojo y cocción, así como también implementando otras técnicas como germinación y remojo, se logra mayor digestibilidad y capacidad de absorción de nutrientes.

Actualmente, desde la gastronomía y la nutrición, está lográndose incorporarlas en diversos sistemas alimentarios donde se incluyen en preparaciones dulces y saladas.

## Referencias

- Gil, Á. (2017). *Tratado de Nutrición Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Capítulo 7: Legumbres. España. Editorial Médica Panamericana.
- Guías Alimentarias para la población Argentina*. Ministerio de Salud. Año 2016.
- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo XI: Alimentos vegetales: Hortalizas.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 11: Alimentos vegetales: Hortalizas y frutas. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016). "Legumbres: semillas nutritivas para un futuro sostenible". Disponible en: <https://www.fao.org/3/i5528s/I5528S.pdf>

# CAPÍTULO 12

## Semillas

*Jazmín Apesteguía*

### Introducción

La incorporación de las semillas en la alimentación tiene sus orígenes en la cultura alimentaria de la antigüedad. Luego de la incorporación del trigo por parte de los españoles éstas fueron cayendo en desuso.

En la actualidad los consumidores se orientan por alimentos más saludables y naturales. Es por ello que existe una creciente demanda de alimentos que aporten un beneficio para la salud y un mayor aporte de nutrientes. En consecuencia, cada vez son más las personas que se inclinan a incorporar semillas en su alimentación diaria.

Las semillas son plantas embrionarias que constituyen el origen nutricional de la planta, es por ello que contienen concentraciones de vitaminas, minerales, proteínas, aceites esenciales, hidratos de carbono y fibra. Existen una gran variedad de semillas de diferentes tamaños y formas, tales como semillas de girasol, chía, lino, sésamo, calabaza, etc.

Las que se desarrollarán en el siguiente capítulo son algunas de las que se encuentran autorizadas en el Capítulo XI - Alimentos Vegetales del Código Alimentario Argentino.

### Estructura de las semillas

Si se describe su composición, desde adentro hacia afuera, se encuentran las siguientes partes: Embrión, es la nueva planta contenida en la semilla. Es muy pequeña y además se encuentra en estado de letargo.

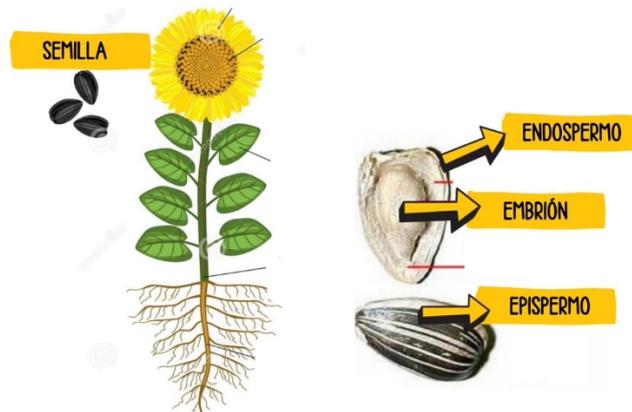
Endospermo, es la reserva de alimento de una semilla, que habitualmente es el almidón.

Epispermo, es una capa externa, cubierta también, llamada tegumento, envoltura o cáscara, que envuelve y protege a la parte central de la semilla del medio ambiente y permite intercambiar agua con el medio interno.

Los diversos tejidos de semillas son materiales compuestos que difieren en función de la composición distinta de su pared celular y las capacidades de absorción de agua, por lo que, dependiendo del tipo de semilla, el endospermo puede ser rico en aceite o almidón y en proteínas, sustrato que utiliza el embrión para su desarrollo.

### Esquema 12.1. Estructura de la semilla.

## GIRASOL



*Nota.* Fuente: elaboración propia. En este caso, se eligió el girasol, para poder describir a través de la planta, las partes que se observan en su semilla.

### Composición química

Las semillas constituyen un alimento de alto valor nutritivo. Están compuestas químicamente por carbohidratos, proteínas y lípidos, y una amplia y variedad de vitaminas, minerales y otros compuestos bioactivos de gran importancia nutricional.

En cuanto a los macronutrientes se encuentran: los carbohidratos en una proporción mínima, variable en cada semilla, representada por el almidón y la fibra dietaria, la cual a su vez se compone de fibra fermentable o no fermentable.

Las proteínas de las semillas, si bien poseen un bajo score proteico por su perfil aminoacídico incompleto, no dejan de representar un aporte importante de aminoácidos esenciales, a tener en cuenta sobre todo en regímenes vegetarianos/veganos donde el perfil de aminoácidos se pueda complementar con otros grupos de alimentos de origen vegetal.

Los lípidos son uno de los componentes más destacados de las semillas oleaginosas. Se encuentran en mayor proporción con respecto a los demás macronutrientes, aportando ácidos grasos con predominio de ácidos grasos insaturados, y entre ellos, dos de los más importantes, denominados esenciales: ácidos grasos omega 3 y 6. Las semillas, en general, son fuente de compuestos lipídicos que incluyen ácidos grasos, tocoferoles, triglicéridos, fosfolípidos, esfingolípidos y esteroides.

A modo general, las vitaminas y minerales que se presentan en mayor cantidad en las semillas son, las vitaminas del complejo "B", vitaminas liposolubles A, E y K, y los minerales como el potasio, calcio, hierro, magnesio, zinc y fósforo.

### **Semillas de girasol**

Actualmente, gran parte del cultivo de la semilla de girasol se destina para fabricar aceite de girasol. Su nombre científico corresponde a *Heliantus annus*.

La semilla de girasol contiene cantidades significativas de hidratos de carbono, de los cuales más de un 85 % corresponde a fibra alimentaria. Está compuesta por fibra fermentable y fibra no fermentable, esta última compuesta principalmente de celulosa y lignina.

El contenido de proteínas es significativo, siendo cercano al 20 % de su composición química. Las proteínas mayoritarias del girasol son: globulinas y albúminas, representando entre el 40 - 90 % y el 10 - 30 % del total de las proteínas respectivamente. Su composición aminoacídica cumple los requerimientos proteicos en todos los aminoácidos, excepto para la lisina, que es su aminoácido limitante, por lo que es recomendable su complementación con proteínas de leguminosas, cárnicas o lácteas.

La mayor fracción de macronutrientes está dada por el contenido en lípidos con una proporción del 50 %. Dentro del perfil lipídico, el 10 % corresponden a ácidos grasos saturados, un 20 % a ácidos grasos monoinsaturados y un 70 % a ácidos grasos poliinsaturados, de los cuales 99 % corresponden al ácido linoleico –precursor del ácido araquidónico– y 1 % a ácido alfa linolénico.

Las semillas de girasol son consideradas ricas en vitaminas y minerales, especialmente en vitamina E - alfa tocoferol con alto poder antioxidante, a su vez es rica en vitamina K, B1, B2, B3 y B6. Por otro lado, en cuanto a los minerales contenidos en las semillas de girasol se encuentra un contenido significativo de fósforo, potasio y zinc, en menor medida calcio, magnesio y hierro, siendo este último de baja biodisponibilidad.

Además, contiene varios compuestos orgánicos con conocidos efectos beneficiosos para la salud y nutrición humana tales como ácidos fenólicos, flavonoides de gran capacidad antioxidante, elementos traza y vitaminas.

### **Semillas de sésamo**

El sésamo, es una semilla oleaginosa de gran valor nutricional, cuyo nombre científico es *Sesamum indicum L.*

Entre los componentes de la semilla de sésamo, aproximadamente un 25 % está compuesto por carbohidratos. Una muy pequeña parte de estos, está representado por azúcares, y la gran mayoría se presenta en forma de fibra fermentable, como pectinas y mucílagos.

Un 15 - 20 % de su composición son proteínas, dada por globulinas y albúminas.

El principal componente de las semillas de sésamo son los lípidos, de los cuales predominan los ácidos grasos poliinsaturados en primer lugar, seguido por los ácidos grasos monoinsaturados y por último por los ácidos grasos saturados, que presentan una cantidad inferior. Dentro de los ácidos grasos poliinsaturados los que se encuentran en mayor medida son el ácido linolénico y el ácido linoleico.

Entre los minerales se destacan por su alto contenido de calcio, hierro y zinc. Si bien el contenido de estos minerales es moderadamente alto, su biodisponibilidad es considerada como baja, debido a la presencia de factores inhibidores de su absorción como son los fitatos. También

contiene vitaminas, especialmente las del complejo B. Aquellas que se encuentran en mayor proporción dentro de este complejo son las vitaminas B1, B3 y B6.

Dentro del grupo de los compuestos bioactivos de la semilla de sésamo, se encuentran en primer lugar los antioxidantes, compuestos que participan en la regulación de varios procesos metabólicos dentro del organismo. También existen otros compuestos bioactivos como los fenoles, fitoesteroles, fitatos, PUFA (por su sigla en inglés (*Poly-Unsaturated Fatty Acids* o ácidos grasos poliinsaturados) y péptidos de cadena corta.

### **Semillas de chía**

El nombre científico de la planta corresponde a *Salvia hispánica L.*. Con respecto a su composición, la semilla de chía tiene un contenido significativo de carbohidratos, los cuales en más de un 80 % corresponden a fibra dietética, y solo una pequeña parte corresponde a azúcares. De la fibra dietética, un 90 a un 94 % es no fermentable; celulosa, hemicelulosa, lignina, y el resto, 6 a 10 %, se trata de fibra fermentable; azúcares neutros y ácido glucurónico responsables de generar un mucílago.

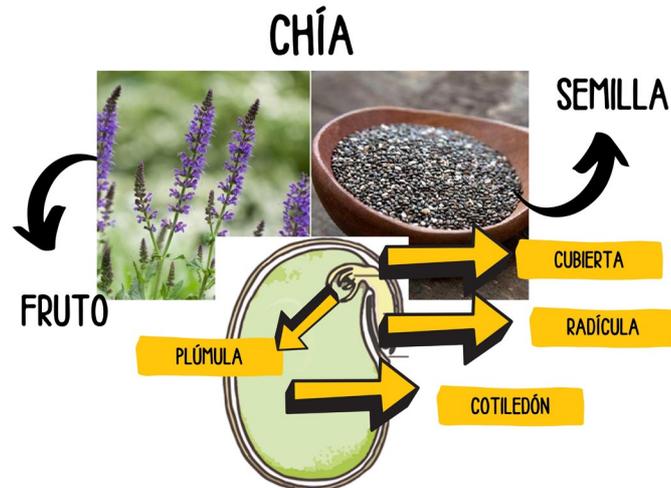
El contenido de proteínas vegetales es de entre un 15 a un 20 % aproximadamente, con buen aporte de aminoácidos esenciales, entre ellos la lisina, limitante en los cereales.

El contenido de lípidos es mayor al 25 % y está representado en sus fracciones por ácidos grasos saturados y monoinsaturados en menor medida, en un orden del 2 al 4 %, y por ácidos grasos poliinsaturados que predominan sobre las demás fracciones de lípidos, en un orden del 20 al 25 %. Dentro de este último grupo se encuentran el ácido linoleico en menor medida, precursor del ácido araquidónico (AA) y el ácido linolénico en mayor medida, el cual es precursor de dos ácidos grasos de gran interés: ácido eicosapentaenoico (EPA) y posteriormente ácido docosahexaenoico (DHA).

Si bien son varias las vitaminas presentes en la semilla de chía, las más importantes a nivel cuantitativo son: la Vitamina A -liposoluble- con aproximadamente 50 mcg % y la Vitamina B3 -hidrosoluble- con un contenido de 8 a 9 mg % aproximadamente.

También, contiene muy variados minerales, pero los más importantes desde el punto de vista cuantitativo son: el calcio y el hierro (ambos minerales en discusión sobre su biodisponibilidad en alimentos de origen vegetal). Otros minerales que contiene son el magnesio, el fósforo, el potasio y el zinc.

La semilla de chía contiene además varios compuestos orgánicos con conocidos efectos beneficiosos para la salud y nutrición humana como ser compuestos pertenecientes al grupo de los polifenoles.

**Esquema 12.2. Estructura de la semilla de chía.**

Nota. Fuente: elaboración propia.

**Semillas de lino**

El lino, de nombre científico *Linum usitatissimum* L, puede ser también conocido como linaza. La semilla de lino es un alimento muy completo debido a su contenido alto en lípidos, proteínas y fibra alimentaria.

Aproximadamente un 30 % de la semilla está representado por carbohidratos, de los cuales una minoría corresponde a azúcares y almidones, mientras la mayor parte (cerca del 95 %) corresponde a fibra alimentaria -dos tercios no fermentable y un tercio fermentable-. La fibra no fermentable está compuesta principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina. Mientras que la fibra fermentable, mucílago, se compone principalmente de polisacáridos solubles en agua -ácidos y neutros-, ubicados en las capas externas de la semilla, lo cual le atribuye la capacidad de retención de agua.

Alrededor del 20 % de la semilla está representado por proteínas, dentro de las cuales predominan la globulina y la albúmina. La fracción globulina abarca el 73.4 % y la albúmina constituye alrededor del 26.6 % del total de proteínas. El valor nutricional y el perfil aminoacídico son comparables a los de las proteínas de soja, considerada una de las proteínas vegetales más nutritivas. Las proteínas de las semillas de lino están limitadas por la lisina, pero se caracterizan por un alto coeficiente de digestibilidad y valor biológico. Poseen un alto contenido en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico.

Los lípidos constituyen el macronutriente más destacado en la semilla, no solo por su alta concentración -alrededor del 40 % de la semilla-, sino por el perfil de ácidos grasos que presentan; donde predominan los poliinsaturados. La concentración de ácidos grasos monoinsaturados es moderada y la concentración de ácidos grasos saturados muy baja. Contienen vitaminas solubles en agua y lípidos, en pequeñas cantidades. Dentro de las hidrosolubles se encuentra una amplia variedad; vitamina C y vitaminas del complejo B: B2, B3, B6, colina, B9, destacándose en su contenido de B1. Dentro de las liposolubles se destaca su contenido en vitamina K. La vitamina E se encuentra presente principalmente en forma de gamma-tocoferol.

En relación con la composición mineral, los contenidos de calcio, potasio, fósforo y magnesio son significativos, siendo que una porción de 30 g de semilla de lino constituye del 7 al 30 % de las IDR para estos minerales.

Las semillas de lino contienen una buena cantidad de compuestos fenólicos, bien conocidos por sus propiedades anticancerígenas y antioxidantes. Básicamente, las semillas de lino poseen tres tipos diferentes de compuestos fenólicos: ácidos fenólicos, flavonoides y lignanos.

### Semillas de zapallo

Las pepitas de calabazas aportan proteínas, y una buena cantidad de ácidos grasos esenciales (Omega 3). Además brindan Omega 6 que resulta beneficioso para el buen funcionamiento del aparato circulatorio.

Aportan también vitamina E, ácido fólico y vitaminas del complejo B.

En cuanto al aporte de minerales se pueden mencionar el fósforo, magnesio, hierro, zinc, cobre y selenio.

Las pipas de calabaza deben tostarse para que no pierdan sus grasas insaturadas.

## Definición, clasificaciones y variedades según Código Alimentario Argentino (CAA)

### Capítulo XI - Vegetales - art 917 (Resolución Conjunta SCS y SAByDR N° 31/2021)

Designa semillas comestibles a las siguientes variedades:

Esquema 12.3. Variedades de semillas designadas según CAA.

	Nombre común	Nombre taxonómico
	Cañiwa, canihua, canahua o qaniwa	<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen
	Chía	<i>Salvia hispánica</i> L.
	Girasol	<i>Helianthus annuus</i> L.
	Guaraná o Uaraná	<i>Paullinia cupana</i> Kunth.
	Lino	<i>Linum usitatissimum</i>
Visto como fruta seca →	Maní	<i>Arachis hypogaea</i> L.
	Piñón	<i>Araucaria araucana</i> , <i>A. angustifolia</i> , <i>Pinus pinea</i> L., <i>Pinus araucano</i> Mob.
	Sésamo	<i>Sesamum indicum</i> L., <i>S. orientale</i> L., <i>S. radiatum</i> L.
Visto como pseudocereal →	Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.
	Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne ex Lam., <i>Cucurbita moschata</i> Duchesne, <i>Cucurbita mixta</i> Pangalo.

Nota. Fuente: elaboración propia. Adaptado del Código Alimentario Argentino. Capítulo XI- Vegetales.

**Imagen 12.1.** Variedades de semillas designadas según el CAA.

Nota. Fuente: elaboración propia.

## Modificaciones físico-químicas que sufre según distintos procesos

La mejor forma para consumir semillas es retirando los “antinutrientes” que contienen, los cuales son los encargados de conservar la semilla. Para poder consumirlas, es necesario buscar técnicas culinarias que permitan eliminar esas sustancias para que el organismo pueda aprovechar los nutrientes que aportan. Para lograr un mejor aprovechamiento de los nutrientes existen diversas técnicas como fermentación y germinación (ver Capítulo 11). También el remojo y la molienda resultan ser opciones sencillas.

### Técnica de remojo

A través de esta técnica, se logra que las semillas comiencen a absorber agua y a hincharse. De esta forma se liberan los nutrientes que se encuentran “protegidos” por los antinutrientes. Con esta técnica, las semillas se vuelven más fáciles de digerir, pudiendo aprovecharse mejor la calidad de los nutrientes que aportan.

- Poner las semillas (al natural y crudas) en remojo en un recipiente de vidrio durante 1 hora con bicarbonato de sodio (este último, es para ayudar a limpiar ciertos microorganismos que pueden encontrarse en las semillas).
- Desechar esa agua y volver a cubrirlas con agua limpia.
- Esperar 10-12 horas.
- Con un colador; retirar el agua de remojo y enjuagar.
- Consumir o guardar en la heladera. Se pueden consumir durante los tres días siguientes de realizada la técnica.

Las semillas de chía, lino y sésamo es conveniente molerlas previamente en un mortero manual o molinillo de café y consumirlas en el momento, para que sus aceites esenciales no se oxiden. El proceso de molienda es importante, debido a que nuestro organismo no contiene enzimas que puedan romper los lignanos a nivel intestinal, evitando que puedan absorberse los

nutrientes que contienen. Consumiéndolas enteras, estas semillas más pequeñas, aportarían solo fibra, ya que escapan a la digestión mecánica de la masticación.

Las semillas deben guardarse en frascos herméticamente cerrados, en un lugar fresco y ambiente reparado de la luz, humedad y calor.

**Esquema 12.4.** *Procesos culinarios necesarios para aprovechar las propiedades de las semillas.*



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## Propiedades culinarias y aplicaciones en cocina

Se las puede utilizar para la elaboración de panes, galletitas, budines, tortas, tartas, u otras preparaciones. Otra forma es tostadas al horno para incluir en ensaladas y en rellenos. También puede utilizarse en el apanado de las carnes (por ejemplo, en un apanado de un corte de carne para milanesa, con pan rallado, salvado de avena y semillas).

Se pueden consumir mezcladas con yogures, leche, o ensaladas de frutas.

Otra alternativa es utilizar las semillas de lino o chía conformando el mucílago, que por su sabor neutro, puede adaptarse a preparaciones dulces o saladas y también como reemplazo del huevo en recetas veganas por su poder emulsionante.

**Imagen 12.2.** *Variedad de sistemas alimentarios que contienen semillas.*

## SISTEMAS ALIMENTARIOS



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## Conclusión

En la actualidad, las semillas han vuelto a incorporarse en la alimentación diaria, con el objetivo de mejorar la calidad nutricional de los alimentos que se consumen.

Son alimentos económicos y versátiles que se adaptan a variedad de preparaciones dulces y o saladas.

Es necesario brindar a la población información adecuada que permita realizar un óptimo aprovechamiento de los nutrientes que aportan las semillas.

En relación a poder optimizar la utilización de todos los nutrientes que contienen, diversa bibliografía ha mencionado ventajas en la calidad de las semillas mediante los procesos como pueden ser el remojo, la germinación, la fermentación y la administración en forma de polvo o triturado previamente mencionados. Éstos disminuyen los factores anti-nutricionales, permitiendo un mayor aprovechamiento de los nutrientes como el calcio, el hierro, la fracción lipídica y aumentando la digestibilidad de las proteínas presentes en las semillas.

## Referencias

Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo XI: Alimentos vegetales: Hortalizas. Disponible en:

[http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/capitulospdf/Capitulo\\_XI.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/capitulospdf/Capitulo_XI.pdf)

Davila, M., Sangronis, E., & Granito, M. (2003). *Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales*. Arch Latinoam Nutr, 53, 348-354.

Estelles, Andrea; Gómez, Melisa Stephanie; Parra Martínez, Facundo Javier; Romero, Ariel José; López, Laura Beatriz. Semillas de girasol, lino, chía y sésamo. Compuestos nutricionales y su efecto sobre la salud. Disponible en: [http://escuelanutricion.fmed.uba.ar/revis-tani/pdf/21a/rb/911\\_c.pdf](http://escuelanutricion.fmed.uba.ar/revis-tani/pdf/21a/rb/911_c.pdf)

Ministerio de Desarrollo Social. Santa Fe Provincia. Semillas, aceites y frutas secas. Disponible en: [https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/263525/1382006/file/Modulo\\_4\\_web-.pdf](https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/263525/1382006/file/Modulo_4_web-.pdf)

Muñoz, L., & Zúñiga, M. C. (2018). Propiedades físico-químicas y funcionales del mucílago de semilla de chía. *Investigación, Ciencia Y Universidad*, 2(2). Recuperado a partir de <http://repositorio.umaza.edu.ar/ojs/index.php/icu/article/view/43>

Semillas: pequeños alimentos con grandes nutrientes. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha\\_35\\_Semillas.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_35_Semillas.pdf)

# CAPÍTULO 13

## Vegetales y frutas

*Leticia Barcellini*

### Vegetales

#### Definición

El Código Alimentario Argentino en su capítulo XI define al conjunto de los alimentos vegetales diferenciándolos en:

- Hortalizas: toda planta herbácea producida en la huerta de la que una o más partes pueden utilizarse como alimento en su forma natural.
- Verduras: son aquellas partes comestibles de color verde de las plantas aptas para la alimentación.
- Legumbres: son los frutos y semillas de las leguminosas.

#### Clasificación

Considerando la parte comestible se las clasifica en:

- Raíces: como ejemplos tenemos remolacha, zanahoria, nabo, rabanito, rábano, salsifí, jengibre.
- Tubérculos: como papa, batata, mandioca, boniato; correspondiendo ambas a las partes subterráneas de los vegetales.
- Bulbos y hojas envainadoras: por ejemplo cebolla, echalote, ajo, puerro.
- Tallos y peciolos: hinojo, espárrago; con hoja: como apio, perejil, acelga.
- Inflorescencia: como brócoli, coliflor, alcaucil.
- Hojas: como repollo, espinaca, berro, lechuga, radicheta, rúcula.
- Frutos: como pepino, morrón, calabaza, tomate, berenjena, zapallito.
- Coles: como akusay, repollitos de Bruselas.

#### Estructura

Retomando conocimientos previos de biología, consideramos que la célula vegetal es la unidad estructural y funcional de estos seres vivos. Lo distintivo de ésta, respecto de la célula animal, es su **pared celular**. Las características de la misma demuestran que a pesar de que los

vegetales contienen una gran cantidad de agua en su composición (entre el 80 y el 90 %), en vez de ser muy blandos o líquidos, son rígidos y turgentes. La pared celular se destaca por la proporción de fibrillas de **celulosa**, las cuales a su vez están compuestas por microfibrillas de celulosa que son las unidades estructurales de la misma. La molécula de celulosa es un polímero de beta glucosas unidos por enlaces 1-4, lo cual lo hace indigerible por el tracto gastrointestinal.

La principal función de la celulosa es proporcionar sostén y protección a los vegetales. Puede ser hidrolizada por la enzima celulasa, que la transforma en celobiosa y otra enzima, en glucosa. Las bacterias contenidas en el rumen de los rumiantes producen estas enzimas y, por lo tanto, estos animales pueden metabolizarla.

La celulosa es muy resistente a los agentes físicos y químicos. Es insoluble en agua y sólo por ebullición prolongada puede fijar algo de agua (10 partes de celulosa fijan una parte de agua).

Las microfibrillas de celulosa en la pared, forman un entramado cimentado por otras moléculas un poco más pequeñas tales como la hemicelulosa y las sustancias pécticas. El cambio en la composición de la pared (durante la maduración de las frutas, por ejemplo) se debe en parte al cambio en la composición de las sustancias pécticas presentes, que se van transformando en pegamentos menos rígidos.

Las **hemicelulosas** son sustancias de composición variable que resultan de la unión de diversas pentosas o hexosas tales como arabanos, xilanos, mananos, galactomananos y glucomananos. Son insolubles en agua, pero pueden fijarla con menor dificultad que la celulosa y se ablandan fácilmente. Se encuentran principalmente en las paredes primarias de las células vegetales. Estas paredes son hidratadas y plásticas, y son las que se pueden observar en las células más jóvenes de los vegetales.

Las **sustancias pécticas** también son un grupo de sustancias variables, que por hidrólisis dan ácidos urónicos. El ácido péctico es un polímero de ácido galacturónico y su esterificación con grupos metilo produce pectina, disuelta en el jugo celular y que por acción del calor gelifica.

La **lignina** es otro componente importante de la estructura de los vegetales. Es un polímero amorfo de fenil propano -alcohol-. Se forma a expensas del citoplasma celular reduciéndolo. Es un cuerpo muy resistente a los agentes físicos y químicos. No se modifica por cocción. Se encuentra en tallos de sostén como en las acelgas, en las frutas secas, en las semillas comestibles de frutillas, frambuesas y kiwi. La lignificación de las hortalizas incrementa el contenido de lignina en la pared celular como consecuencia de la maduración, lo que confiere a estos vegetales resistencia a la degradación bacteriana.

La lignina se encuentra tanto en las paredes secundarias, laminilla media; como en paredes primarias, en células que no poseen paredes secundarias. Éstas últimas son características de células más maduras, en las que se depositan más microfibrillas celulósicas entre otros componentes, lo cual van a otorgarle más rigidez al vegetal.

Otra diferencia importante de las células vegetales respecto de los animales, es que poseen una gran **vacuola** (bolsa) central con agua, productos de desecho, pigmentos y moléculas de reserva. La vacuola es la responsable de la turgencia de las células. Si esta gran vacuola pierde agua, el vegetal pierde turgencia y se reblandece. Si la pérdida de agua fue poca y el vegetal no está muy deteriorado, la vacuola puede volver a llenarse y recuperar toda la turgencia. Es así que, cuando una lechuga o una verdura de hoja está un poco “arrugada”, pueden

ponerse en agua preferentemente fría para que la vacuola vuelva a absorber un poco y la hoja recupere turgencia.

Otro elemento importante para destacar en la estructura de las células vegetales son los espacios aéreos intercelulares. Estos espacios son el lugar que queda donde se unen tres o más células, el cual se llena con gas intracelular. Le otorga opalescencia al tejido vegetal crudo, en contraste con el cocido que es brillante. Además, en algunas frutas ocupa entre un 20 a 25 % del volumen de la misma, como es el caso de las manzanas, lo que le otorga la posibilidad de flotar en el agua.

**Esquema 13.1.** Consideraciones de la estructura en la textura de los vegetales.



Nota. Fuente: elaboración propia.

## Composición química

La composición de los alimentos vegetales depende de la variedad y de numerosos factores, entre los que se incluyen los ambientales, como la temperatura, la luz, la irrigación, la humedad y el estado nutricional del suelo de cultivo. También influyen las técnicas de cultivo, el estado de madurez, la manipulación posterior a la recolección y las condiciones de almacenamiento. Muchos vegetales se comercializan modificados (congelados y en conserva), y algunas requieren preparaciones culinarias para su consumo, y todos los métodos de procesado y preparación afectan al contenido de nutrientes, especialmente al de algunas vitaminas.

El **agua** es el principal componente de los vegetales y frutas frescas. Constituye entre el 70 y 95 %. Quedan exceptuados los cereales y legumbres, cuyo contenido no supera el 20 %.

Los **hidratos de carbono** son los nutrientes más importantes en cantidad, después del agua. Se encuentran frecuentemente como azúcares -mono y disacáridos-. Brindan dulzor especialmente a las frutas, y tiene relación directa con la etapa de maduración de las mismas, a mayor maduración, mayor concentración de azúcares poseen.

En los tubérculos abunda el almidón y en los demás vegetales encontramos celulosa, hemicelulosa, pectina, inulina y lignina, los cuales se comportarán como fibra.

Las **proteínas** y **lípidos** se encuentran en cantidades muy bajas en estos alimentos. Son excepción las legumbres en el caso de las proteínas, y la palta, coco y aceitunas en el caso de los lípidos.

La mayor parte de las proteínas de los vegetales están constituidas por enzimas que producen efectos positivos o negativos en los procesos de manipulación y preparación de los vegetales preparados, modificando los caracteres organolépticos, como aroma, color, sabor y textura; son ejemplo de las mismas las hidrolasas y oxidoreductasas.

En relación al contenido de **minerales**, los vegetales son proporcionalmente más ricos que las frutas -representan el 1-2 % del alimento fresco-; y encontramos potasio, sodio, magnesio, calcio, hierro y zinc. Éstos no siempre son nutricionalmente aprovechables por el contenido en conjunto de ácido fólico y oxálico, capaces de generar compuestos insolubles.

Dentro de las **vitaminas** se destacan los precursores de la vitamina A -los carotenoides-, el ácido fólico y ascórbico. Éste último se oxida con gran facilidad y se solubiliza rápidamente en agua durante la cocción. Para evitar las pérdidas tanto de vitaminas como de minerales, se recomienda elegir consumirlas preferentemente en crudo. Además, podemos encontrar vitaminas liposolubles como la E, K y también algunas del complejo B. El contenido de vitaminas puede ser muy variable, de acuerdo con el gran número de alimentos que integra este grupo.

## Ácidos orgánicos

Se destacan las frutas en relación a la cantidad de ácidos orgánicos, en comparación a los vegetales. De todas maneras, la variabilidad es amplia según la especie, parte de la planta y grado de maduración. La mayoría se encuentra en forma de sales, lo que hace que el pH del alimento sea relativamente alto (5,5 - 6,5). A medida que el proceso de maduración avanza, disminuye el contenido de ácido y aumenta el de azúcares.

Los ácidos orgánicos se pueden clasificar en:

- Volátiles: acético, butírico, caproico y fórmico.
- Estables o fijos: cítrico, málico, oxálico y tartárico.

Los ácidos son solubles en agua y estables si se los expone al calentamiento.

## Pigmentos

El color constituye uno de los caracteres organolépticos más atractivos de los vegetales y frutas. El mismo se debe a la presencia de pigmentos como la clorofila, carotenoides y flavonoides.

## Clorofila

Es el pigmento responsable del color verde de una gran variedad de verduras y hortalizas. Existen dos tipos: A (verde azulada) y B (verde amarillenta), en relación 3:1. Se encuentra disuelta en la grasa de los cloroplastos de la célula vegetal. En algunas hortalizas, como el morrón rojo y el tomate, la clorofila desaparece durante la maduración para dejar paso a los carotenoides. Las clorofilas experimentan cambios durante los tratamientos térmicos, que dan lugar a tonalidades verdes diferentes tras el escaldado y la cocción.

Para cocinar la verdura por medio de agua, es necesario tener presentes algunas consideraciones a fin de evitar que se produzcan cambios desfavorables en el color. En el medio acuoso, los ácidos orgánicos difunden desde las vacuolas hacia el agua de cocción y se ponen en contacto con las clorofilas, transformándose en feofitinas (de color verde amarillado). Además, los pigmentos amarillos anaranjados ya no están enmascarados por la clorofila, lo cual se combinan con la feofitina y dan a la verdura un color verde grisáceo. El agua de cocción, es normalmente alcalina, si se alcaliniza aún más el medio, se produce un compuesto llamado clorofilina, de color verde intenso y brillante; pero el vegetal se ablanda en demasía, ya que la hemicelulosa de las paredes celulares se desdobra y pueden desintegrarse las células.

Por todo lo anteriormente detallado para realizar una cocción correcta se debe usar abundante agua, para que se aprovecha su alcalinidad; utilizar recipiente destapado para que los ácidos orgánicos volatilicen y partir de agua caliente, para que pueda disminuirse el tiempo de cocción, logrando una mejor textura del vegetal cocido.

## Carotenoides

Son responsables de las tonalidades amarillas, naranjas, púrpuras y rojas de los vegetales. Son una familia de aproximadamente 700 moléculas liposolubles que únicamente son producidas por el fitoplacton, algas, plantas y un número limitado de bacterias y hongos.

Estos pigmentos que se hayan en los cloroplastos, tienen importancia nutricional, porque algunos, como los carotenoides  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y la  $\beta$ -criptoxantina, pueden transformarse en vitamina A, además de tener efecto antioxidante, si bien para considerar el aporte vitamínico sólo se tiene en cuenta los valores de  $\beta$ -caroteno. Otros carotenoides, como la luteína, la zeaxantina y el licopeno, son potentes antioxidantes.

Estos pigmentos son pocos sensibles al calor, por lo que las modificaciones durante la cocción no van a ser por disolución en contacto con el agua. Son inertes a los álcalis y ácidos, por lo que no habrá cambio en la coloración. En el caso de cocción en medio lipídico, los vegetales con más contenido de sacarosa (como batata y zanahoria) pueden tener una caramelización superficial o también puede ocurrir una dextrinización en el caso de la batata por el contenido de almidón.

## Flavonoides

Son pigmentos solubles en agua, que se encuentran en el jugo celular, no en los plástidos, e incluyen: antocianinas, betalainas, antoxantinas y compuestos fenólicos.

- **Antocianinas:** son glucósidos no tan frecuentes en los vegetales, los encontramos en el repollo colorado y lechugas moradas. Son más abundantes en frutas como arándano, zarzamora, frambuesas, cerezas y manzana roja. Son responsables del color rojo, púrpura o azul de los alimentos. El calor no actúa de forma directa sobre los cambios de color de este pigmento, pero sí es más soluble con el aumento de la temperatura y, cambia del rojo al azul, con la modificación del pH.

- **Betalainas:** son pigmentos responsables del color rojo de la remolacha, el amaranto y de algunos tipos de hongos. Son pigmentos de naturaleza hidrosoluble y se encuentran en los plástidos del jugo celular. Son relativamente estables a un pH de entre 3 y 7; el calentamiento excesivo puede degradarlas, cambiando el color rojo fuerte por un marrón pálido.

La correcta cocción de la remolacha para que conserve su color, debería realizarse por medio seco, o en medio acuoso con su cáscara y cortando las hojas a 5 cm de su nacimiento, para evitar la disolución del pigmento. Además, debe utilizarse poca cantidad de agua y con recipiente tapado para que el líquido conserve los ácidos volátiles que favorecen el color.

- **Antoxantinas o flavonas:** son pigmentos que carecen de color en los tejidos vegetales. Se encuentran en papas, coliflor, cebolla blanca, repollo blanco. Son solubles en agua, por lo que se producen pérdidas por disolución. En un medio ácido son incoloras, en el medio débilmente alcalino son blancas y pueden virar al amarillo en medios muy alcalinos (pH 10). La acción del calor no influye en el color, pero si se intensifica la pérdida del pigmento por disolución, especialmente cuando la cocción es muy prolongada.

- **Compuestos fenólicos:** son productos del metabolismo secundario de las plantas y contribuyen al color, sabor y olor de los alimentos vegetales. Forman parte de un grupo muy heterogéneo, desde simples moléculas, como el ácido fenólico, hasta compuestos altamente polimerizados, como los taninos.

Los polifenoles más comunes de los alimentos son los ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos y lignano; en la alimentación predominan los flavonoides y los ácidos fenólicos.

El cambio de color de las frutas y vegetales se observa cuando sufren daño mecánico, ya sea por pelado, cortado o golpeado. El pardeamiento enzimático es una reacción de oxidación en la que interviene como sustrato el oxígeno molecular, catalizada por un tipo de enzimas que se pueden encontrar en prácticamente todos los seres vivos.

La enzima responsable del pardeamiento se la conoce por una serie de nombres comunes, tales como: polifenoloxidasas, fenolasa, polifenolasa o tirosinasa, cuya proteína contiene cobre que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas; éstas prosiguen su oxidación sobre el tejido para formar pigmentos oscuros, melanoïdes, por polimerización. Para que se produzca el pardeamiento es necesario, por lo tanto, la presencia de tres componentes: enzima, sustrato (compuestos fenólicos) y oxígeno.

A pesar del nombre genérico de “pardeamiento”, los colores formados son muy variables (marrones, rojizos o negros), dependiendo del alimento y de las condiciones del proceso. En algunos casos como en las pasas, frutas secas, el té y el cacao, el pardeamiento contribuye al desarrollo de colores característicos de estos productos; aunque en otros como los champiñones, papa, banana, manzana, resultan desagradables.

La enzima polifenoloxidasa se encuentra en los plástidos y en el citoplasma celular, mientras que los compuestos fenólicos que pueden servir como sustratos se acumulan en las vacuolas. Cuando se rompe la compartimentalización por un daño mecánico, o durante el proceso de congelación y descongelación, se produce la reacción.

La reacción de pardeamiento se puede prevenir o inhibir aplicando:

- Temperatura: la enzima se desnaturaliza e inactiva.
- Ácidos: con un pH menor a 2,5, cesa la actividad enzimática.
- Sales: el cloruro de sodio (NaCl) impide la actividad de la enzima polifenoloxidasa.
- Agentes quelantes: tienen la capacidad de eliminar los átomos de cobre del centro activo de la enzima, y consecuentemente, inactivarla.

## Taninos

Químicamente son metabolitos secundarios de las plantas, componentes fenólicos, no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni en solventes orgánicos.

Los taninos tienen un ligero olor característico, sabor amargo y astringente y su color va desde el amarillo hasta el castaño oscuro. El sabor astringente, que produce sensación gustativa táctil de aspereza, característica de las frutas verdes, se atenúa con la maduración. Los seres humanos tienen preferencia por la astringencia en las comidas que tienen taninos, como las manzanas, zarzamoras y el vino tinto.

## Esencias y aceites esenciales

Son mezclas de terpenos y sus derivados. Tienen aspecto aceitoso, perfume intenso y son muy volátiles.

Como ejemplos se pueden mencionar: la esencia de citrus, la de clavo de olor -muy utilizada en odontología-, eucalipto, menta, lavanda, tomillo, romero, orégano, salvia, alcanfor, etc.

## Compuestos azufrados

Se conocen dos grandes grupos de vegetales que los contienen, cuya característica común es tener olor y sabor muy particular y ser muy volátiles: las liliáceas y las mostazas.

### Liliáceas

En este grupo se encuentra el ajo, cebolla y puerro, los cuales contienen derivados del aminoácido cisteína.

En el ajo el compuesto responsable del olor tan característico es el dialil disulfuro. En la cebolla y puerro es sulfóxido tiopropanal que es el lacrimógeno característico.

Estos alimentos durante la cocción pierden estos compuestos, incluso pudiendo aumentar el sabor dulce, lo cual lo hace más agradable que en su versión cruda, desde lo sensorial.

### **Mostazas**

En este grupo se encuentran todas las crucíferas como el brócoli, coliflor, repollitos de Brúce-las, nabo, berro y rábano. El principal componente en común es el sulfóxido de cisteína, que se encuentra en grandes concentraciones. Además, en las verduras crudas hay aceite de mostaza, muy volátil, de sabor acre, que puede producir sensación picante o quemante sobre la lengua. También está presente la sinigrina, glucósido que por acción del calor y ácidos se hidroliza dando compuestos muy volátiles.

Cuando se cocinan los vegetales de este grupo, se producen compuestos volátiles y olorosos a partir del sulfóxido de cisteína y de los aceites de mostaza. Las condiciones de cocción que permiten disminuir estos componentes son: abundante cantidad de agua y con recipiente destapado, ayudando a evitar de este modo la acción de los ácidos orgánicos. Además, se recomienda partir de una temperatura de ebullición, para acortar los tiempos de cocción.

### **Fitoquímicos**

Son productos orgánicos constituyentes de alimentos de origen vegetal que pueden proporcionar al alimento propiedades fisiológicas que van más allá de las nutricionales propiamente dichas. Son compuestos que influyen en el olor, sabor y color de vegetales y frutas y se relacionan actualmente con la prevención y tratamiento de algunas enfermedades.

Los efectos antioxidantes son bien conocidos; inhiben la oxidación de los radicales libres en el organismo, los podemos encontrar en los carotenoides y la vitamina C. A modo de ejemplo, el alfa caroteno es 38 % más potente como antioxidante que el beta caroteno; y el licopeno también es antimutagénico.

Los isoflavonoides son actualmente muy estudiados dentro de los fotoquímicos, por su efecto fitoestrogénico. Los compuestos activos más conocidos incluyen la genisteína y la daidzeína, los cuales se encuentran en la soja y garbanzos.

### **Estacionalidad**

Es importante poder conocer la temporalidad tanto de vegetales como de frutas en cada estación del año. Esto nos va a permitir realizar recomendaciones no solo considerando el valor nutricional, sino también la calidad del producto y el precio del alimento.

Existen múltiples apoyos gráficos con esta información, las cual resulta de mucha utilidad a la hora del trabajo con pacientes en forma individual o en poblaciones.

**Esquema 13.2. Estacionalidad de los vegetales y frutas.**



Nota. Fuente: elaboración propia en base a información extraída de: <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/mas-frutas-y-verduras/recomendaciones/las-frutas-y-verduras-de-estacion-son-las-mas-sabrosas-y-nutritivas>

**Cocción y sistemas alimentarios**

El contenido de nutrientes se modifica durante la cocción en cantidad y calidad, debido a que puede haber pérdidas por disolución y por destrucción.

Las pérdidas por disolución se producen por desplazamiento de los nutrientes al medio de cocción. Influye la temperatura del agua ya que, si se parte de líquido frío, las pérdidas pueden llegar a duplicarse. La subdivisión de los vegetales también aumenta las pérdidas, por haber más superficie disponible.

La cocción por calor seco permite que disminuyan las pérdidas, debido a que falta el medio disolvente.

Respecto de las formas, la pérdida de líquido de los vegetales, genera reducción del volumen a la mitad o de hasta una tercera parte, al ser sometidas a cocción. La papa y batata, son las que particularmente dentro de los vegetales, no pierden agua, sino la absorben a medida que se cocinan en un medio líquido, no teniendo una modificación sustancial en peso y volumen.

Los nutrientes que principalmente se pierden en la cocción son los mono y disacáridos, proteínas solubles, minerales (se pierden entre 20 y 50 %) y vitaminas hidrosolubles. La vitamina A también se puede ver afectada por el calor, debido a su labilidad.

Considerando la gran variedad de vegetales que existen, también podemos decir que hay una amplia manera de ser preparados, utilizando diferentes métodos de cocción y procedimientos. Se pueden preparar en caldos, sopas, consumir crudos, en ensaladas individuales o mezclados; vegetales salteados, al horno, al vapor, al microondas, con envolturas y como parte de buñuelos con pasta para freír. Se pueden mezclar con otros alimentos y obtener budines, soufflés, croquetas, rellenos para tartas, empanadas, etc.

## Frutas

### Definición

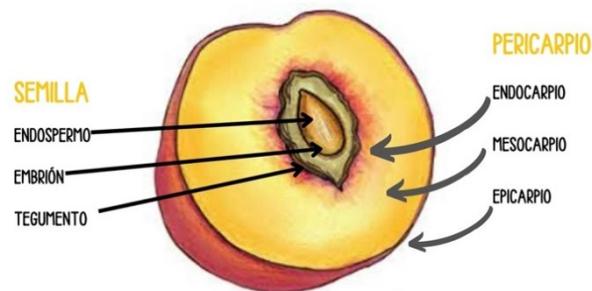
El Código Alimentario Argentino en su capítulo XI define “por Fruta destinada al consumo, el fruto maduro procedente de la fructificación de una planta sana”. La mayoría de las porciones comestibles de las frutas son las porciones carnosas que rodean a la semilla.

### Estructura

La estructura del fruto presenta una importante similitud a la del grano de cereal, por las capas que lo conforman. El pericarpio es la parte carnosa de la fruta, la cual es la más comúnmente consumida. La piel es el epicarpio y el endocarpio es la parte más cercana a la semilla. Éstas últimas pueden ser o no comestibles, dependiendo de la especie.

Las semillas tienen su cobertura lignificada denominada tegumento, luego hacia el interior encontramos el endospermo y en la parte de la base, el germen.

**Esquema 13. 3. Estructura de las frutas.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

### Clasificación

Desde el punto de vista botánico se pueden clasificar en dos grupos: frutos carnosos y frutos carnosos compuestos:

## Frutos carnosos

Entre ellos están:

- drupa: son aquellas que tienen el pericarpio carnoso que rodea a la semilla con cáscara leñosa. Por ejemplo: durazno, ciruelas, mango, palta, cerezas.
- poma: son las que el ovario de la flor es el que va a pasar a formar el endocarpio del fruto. Por ejemplo: manzana, pera, membrillo.
- bayas: son las que tienen sus semillas dispuestas libremente en la pulpa. Por ejemplo: frutillas, kiwi, banana, cítricos, sandía, melón.

## Frutos carnosos compuestos

Son aquellos que son derivados de una inflorescencia, tales como el ananá y los higos.

El Código Alimentario Argentino las clasifica en: frescas, secas, desecadas y deshidratadas.

- Frutas frescas: son aquellas que pueden ser consumidas en estado natural, que tienen la madurez adecuada y que conservan sus propiedades organolépticas, pudiendo haber sido o no preservada en cámaras frigoríficas.
- Fruta seca: es aquella que presenta, en su estado natural de maduración un contenido de humedad tal, que permite su conservación sin necesidad de un tratamiento especial. La semilla es la parte comestible. Se pueden mencionar como ejemplos de este grupo a avellanas, nueces, almendras, pistachos y castañas (aclaración: el maní es considerado una legumbre según el CAA).
- Fruta desecada: es el producto obtenido a partir de las frutas frescas, cuya proporción de humedad se ha reducido por la acción natural del aire y del sol.
- Fruta deshidratada: productos obtenidos a partir de frutas carnosas frescas, cuya proporción de humedad ha sido reducida mediante procesos apropiados y autorizados (túneles de aire caliente). El grado de humedad residual será tal que impida toda alteración posterior.

## Composición

Las frutas frescas tienen un alto contenido de agua (85 % aproximadamente). Tienen variedad y cantidad de vitaminas y minerales, que generalmente se encuentran en la cáscara, por lo que resulta conveniente consumir aquellas frutas, cuya estructura lo permita, con la cáscara previamente lavada. En cuanto a las vitaminas, se destaca fundamentalmente la "C" y la "A"; la primera tiene el inconveniente de oxidarse con rapidez. Entre los minerales se destaca el potasio y el fósforo.

El sabor de las frutas está dado principalmente por la cantidad de carbohidratos que contiene, especialmente mono y disacáridos (sacarosa, fructosa y glucosa); también influyen los ácidos orgánicos siendo los más comunes: málico (manzana), tartárico (uvas), cítrico (frutas cítricas),

oxálico (frutillas, tomate, naranja). El ácido oxálico puede formar sales insolubles con el calcio y el magnesio, disminuyendo así su aprovechamiento por parte del organismo.

Entre los carbohidratos de las frutas también tenemos almidón, el cual suele encontrarse en la fruta no madura, y va disminuyendo su concentración a lo largo de la maduración. También encontramos polialcoholes como el sorbitol, característico de manzanas, ciruelas y peras. Se destaca también el contenido de fibra, las cuales fueron desarrolladas en el apartado de vegetales.

La sustancia cementante es la pectina. En la fruta verde se encuentra como propectina y en las muy maduras como ácido péctico, agente que causa la desintegración de la fruta.

La pectina tiene el poder de gelificar, permitiendo la formación de jaleas. Predomina en la cáscara y alrededor de las semillas. Es soluble en agua caliente y en presencia de alcohol, ácidos y azúcares; en concentraciones adecuadas, precipita. El coloide que forma la pectina es reversible, es decir que se los puede deshidratar formando un polvo blanquecino, que se puede recomponer con el agregado de agua. Las gelatinas comerciales para la elaboración de postres están adicionadas con azúcares, colorantes y saborizantes.

La cáscara de las frutas está constituida por celulosa y compuestos celulósicos, variables según la especie. En el caso de las frutas secas tienen la cáscara lignocelulosa. En la manzana contiene cuticulosa, la cual le otorga ese brillo tan característico.

Los pigmentos de las frutas son, como en los vegetales: carotenos, flavonoides y clorofila.

Las frutas son muy pobres en proteínas (cercano al 1%) y lípidos (entre 0,1 a 0,5 %), a excepción de la palta y el coco, que son ricos en grasas.

La composición de las frutas secas dista considerablemente de la fruta carnosa. Tienen un bajo contenido de agua (entre 1,4 y 5 %), lo cual favorece su conservación, sin necesidad de aplicar ningún tratamiento. Son alimentos altos en grasa (mayor al 50 %) y con variabilidad entre las cantidades de hidratos de carbono (promediando un 15 % aproximadamente) y de proteínas (entre un 8 y un 26 %). Tienen una alta densidad energética, conteniendo entre 550 y 720 Kcal. en 100 g. de producto. En cuanto a composición de lípidos, se pueden destacar por el bajo contenido de grasas del tipo saturadas (menor al 8 %) y alto en mono y poliinsaturadas (se destaca el ácido oleico y linoleico). Las fibras de las frutas secas están entre 3 y 4 g. en una porción comestible de entre 25 y 35 g. Entre minerales se destacan: hierro, calcio, fósforo y potasio; entre vitamina, las liposolubles

## Maduración

Después de la recolección de las frutas, ocurren modificaciones físicas y químicas. Actúan las enzimas degradando las moléculas complejas a otras más sencillas, aumenta la permeabilidad de las paredes y de las membranas celulares, aumenta la respiración, con mayor consumo de energía que obtiene de la oxidación (especialmente de los carbohidratos almacenados en las células), por lo que éstas consumen más oxígeno y eliminan más dióxido de carbono.

El contenido de almidón y de ácidos va disminuyendo a medida que la fruta madura y aumentan los componentes azucarados. Por ejemplo, la banana convierte un 25 % de almidón y 1 %

de azúcar en 20 % de azúcar y 1 % de almidón, perdiéndose un 5 % como energía utilizada en las reacciones bioquímicas.

Algunas frutas que no contienen almidón, como el melón, el ananá y los cítricos, reciben la energía necesaria para su maduración de las hojas de la planta, aunque no es suficiente. Si la recolección se realiza demasiado pronto, no se endulzan más (frutas no climatéricas). No ocurre lo mismo con las manzanas, bananas y peras que se recolectan verdes, porque van cambiando la textura de dura a blanda al igual que su coloración, de verde a amarillo, rojo o púrpura (frutas climatéricas)

La maduración artificial de las frutas se realiza en cámaras destinadas a tal fin, donde se almacenan con atmósfera controlada, ya sea para cancelar la maduración o retardarla, disminuyendo el proceso de respiración celular.

La maduración implica un proceso importante en la fruta: transforma un tejido fisiológicamente maduro, pero no comestible; en otro visual, olfatorio y gustativamente atractivo.

Las transformaciones más importantes que ocurren son:

- Degradación de la clorofila, que deja al descubierto otros pigmentos como los carotenoides, y síntesis de otros compuestos responsables del color.
- Transformación del almidón y hemicelulosa en azúcares.
- Degradación de las sustancias pécticas, con el consiguiente ablandamiento del fruto.
- Transformación de los ácidos, con reducción de la acidez, dando lugar a un suave sabor en los frutos maduros.
- Aparición de compuestos volátiles, que contribuyen al aroma.
- Síntesis de etileno, compuesto gaseoso que acelera los procesos de maduración.

## **Preparaciones a base de fruta**

Las frutas se pueden consumir crudas, enteras o subdivididas. Se pueden preparar con las mismas ensaladas, jugos, licuados, helados, purés, compotas, mermeladas, jaleas y frutas abri-llantadas. A continuación, se destacan algunas características de las mismas.

### **Compotas**

Se preparan con diferente proporción de azúcar, en función de la fruta seleccionada. Si es una fruta fresca se debe usar entre el 20 al 30 % del peso de la fruta en azúcar; si es desecada entre el 40 y 50 %.

La compota tiene agregado de agua en su procedimiento, a diferencia de las siguientes dos preparaciones descriptas.

### **Mermelada**

Se utiliza entre el 80 y 100 % del peso de la fruta en azúcar, según la fruta seleccionada.

### Abrillantadas

Se cocinan con jarabe hasta obtener la concentración deseada. Se continua la cocción hasta que el azúcar se cristaliza por evaporación de líquido en el medio; en este momento se obtiene una capa brillante en la superficie.

### Jaleas

Las jaleas se preparan con un caldo de fruta con azúcar (al 60 - 70 % del peso de la fruta). Para lograr un buen producto final, es determinante la concentración de pectina de la fruta y la proporción de ácido que se incorpora (3 - 6 %).

La preparación tiene dos tiempos de cocción:

1. Obtención del caldo de frutas: para obtener un litro de caldo se van a requerir 1 kg de semillas y cáscaras de fruta y 2 litros de agua (no se utiliza la parte carnosa de la fruta para esta preparación).
2. Concentración y gelificación: En este procedimiento se debe tamizar el caldo con malla fina, agregar entre 60 y 70 % de azúcar, y 3 a 6 % de jugo de limón. Luego hervir hasta consistencia de hilo. El producto final debe ser transparente, fino, no fluido, firme y brillante. El tipo de fruta utilizada es clave a la hora de pensar en la preparación de una jalea, porque tiene que tener el equilibrio justo entre el contenido de pectinas y la acidez.

**Esquema 13.4.** Clasificación de las frutas según su capacidad de formar jaleas.



*Nota.* Fuente: elaboración propia en base a información obtenida de Garda, R. Técnicas en el manejo de los alimentos. Capítulo 12.

## Referencias

- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo XI: Alimentos vegetales: Hortalizas. Frutas y hortalizas. Recuperado en [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha\\_59\\_Frutas\\_Hortalizas.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_59_Frutas_Hortalizas.pdf)
- Garda, M. R. (2016). *Técnicas en el manejo de los alimentos*. Capítulo 12: Vegetales y frutas. Editorial Eudeba.
- Gil, Á. (2017). *Tratado de Nutrición Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Capítulos 8 y 9. España: Editorial Médica Panamericana.
- Koppmann, M. (2015). *Nuevo Manual de Gastronomía Molecular. El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Segunda parte. Capítulo 2. Editorial Siglo XXI.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 11: Alimentos vegetales: hortalizas y frutas. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

# CAPÍTULO 14

## Condimentos, hierbas y especias

*Araceli Lebrero*

### Definición

Según el Código Alimentario Argentino, en el capítulo XVI, bajo la denominación genérica de Especias o Condimentos vegetales, se incluye “ciertas plantas o partes de ellas que, por contener sustancias aromáticas, sápidas o excitantes se emplean para aderezar, aliñar o mejorar el aroma y el sabor de los alimentos y bebidas. Deben ser genuinas, sanas, responder a sus características normales, y estar exentas de sustancias extrañas y de partes de la planta de origen que no posean cualidades de condimentos (tallos, pecíolos, etc.). Dichas especias se pueden expender enteras”.

La función de los condimentos, es dar sabor a las preparaciones culinarias, ya sean saladas, dulces o agrídulces. Los sabores y aromas de las preparaciones se relacionan con la cultura alimentaria, las costumbres, los recuerdos y la historia de las personas.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la clasificación, sus principios activos y usos culinarios.

**Tabla 14.1.** Clasificación de condimentos, hierbas y especias.

Origen	Nombre	Características y principios activos	Usos culinarios
<b>Semillas</b>	Apio	Semillas morenas y pequeñas, con ácidos esenciales terpenos.	Aves hervidas o bra-seadas o cordero.
	Kummel	Pequeñas semillas muy olorosas. sabor picante, anisado casi mentolado, dulce y muy fuerte. Contiene furocumarinas, flavonoides, carvona y limoneno.	Ensaladas de remolacha, repollo blanco, pescado, carne de cerdo. Licor de kummel.
	Comino	Semillas morenas, ovaladas y alargadas. Contiene cuminal, pineno y terpinol. Sabor amargo y dulzón.	Rellenos para empanadas de carne o pastel de carne, guisos.

Origen	Nombre	Características y principios activos	Usos culinarios
<b>Semillas</b>	Hinojo	Semillas pequeñas rugosas y ovales de color marrón-verdoso. Sus aceites esenciales son anetol y fenochnona.	Tartas, panes y pasteles, pescados (caballa, arenque y salmón), encurtidos, aliños y salsas.
	Nuez moscada	Semilla color marrón claro y con retículos alargados. Contiene safrol, cineol, taninos y miristicina.	Salsa bechamel, puré de papas, croquetas, guisos, budines de verduras, soufflés, rellenos, sopas y en repostería.
	Mostaza	Semillas de dos tipos: negra y blanca. El aceite esencial es el isotiocianato de alilo que le otorga el olor picante, especialmente al ser molidas.	Salsas con vinagre y azúcar. Carnes, salchichas y verduras.
	Anís	Semillas aromáticas y de sabor agradable. Contiene anetol.	En productos de repostería, pequeños bollos, scones y masas horneadas. Licores.
	Cardamomo	Contiene cineol, limonelo, sabineno. Muy aromáticas y de sabor picante. Se pueden utilizar enteras o molidas.	Entero para cócteles, alimentos líquidos y en guisos. Molido en pastelería, panes y bollos. Se puede usar para aromatizar el azúcar.
<b>Frutos secos</b>	Pimentón o páprika	Frutos que pueden ser dulces o picantes. Se utilizan los pimientos de cayena alargados de color rojo desecados y molidos. Su sabor picante proviene de la Capsaicina.	Salsa de tomate, salsa bechamel o velouté, empanadas, papas al horno, pastas, platos regionales, estofados, guisos, embutidos, pescados asados.

Origen	Nombre	Características y principios activos	Usos culinarios
<b>Frutos se- cos</b>	Pimienta	Blanca: fruto maduro, macerado en agua, decorticado y desecado. Sabor picante y aroma suave.	Molida o en grano. En guisos, ensaladas, sopas, carnes, pescados, soufflés, pickles, escabeches.
		Negra: fruto no maduro al cual se le aplica un proceso de secado. Olor fuerte y picante.	
		El picante proviene del alcaloide piperina y el olor de los sesquiterpenos.	
	Vainilla	Fruto no maduro que constituye una aromática de sabor picante. Son vainas alargadas y finas color negro. El aceite esencial es la vainillina, se extrae durante la cocción.	Repostería, postres, dulces y caramelos.
<b>Hierbas aromáticas</b>	Albahaca	Hojas secas o frescas. Son muy aromáticas de color verde oscuro. Contiene cineol, linalool y alcanfor	Con pastas, salsas, sopas, pescados, guisos, arroz, humita. Para preparar pesto y salsa genovesa.
	Laurel	Hojas secas de color moreno. Contiene cineol, felandreno, pineno y ácidos orgánicos.	Guisos, estofados, escabeches, pickles, encurtidos y salsas.
	Tomillo	Hojas frescas o secas, enteras o picadas. Contiene ácido oxálico, apiol, miristicina y flavonoides	Milanesas, ensaladas, sopas, salsas, pescados, rellenos de sandwiches, carnes. Provenzal.
	Perejil	Hojas y sumidades florecidas en estado seco. Son muy aromáticas. Contiene timol, cimol, carvacrol y linalool.	Mariscos, almejas, pescados, aves y carnes. Salsas de tomate tipo italiano y salsas de vino blanco.

Origen	Nombre	Características y principios activos	Usos culinarios
<b>Hierbas aromáticas</b>	Tomillo	Hojas y sumidades florecidas en estado seco. Son muy aromáticas. Contiene timol, cimol, carvacrol y linalool.	Mariscos, almejas, pescados, aves y carnes. Salsas de tomate tipo italiano y salsas de vino blanco.
	Estragón	Hojas pequeñas y alargadas, muy sápidas tanto secas y morenas, como frescas de color verde oscuro. Contiene estragol.	Caldos de pescado, carnes, aves, encurtidos y para perfumar vinagres.
	Orégano	Hojas y la parte floral, en estado seco, son muy aromáticas. Contiene timol y carvacol.	Vegetales, pizzas, estofados, carnes, pastas, guisos, pescados, sopas.
	Menta	Hojas frescas o secas. Contiene mentol, mentona, felandrenoy limoneno.	Ensaladas, pasteles, salsas, verduras, licores, golosinas, postres, bebidas.
	Romero	Hojas en forma de agujas, verde oscuras cuando son frescas y morenas cuando están secas. Contiene cineol, camfeno, borneol, pineno, mirceno, limoneno, cimol.	Carnes, aves, jugos y rellenos de carnes. Salsas de tomate, guisos, papa horneada.
	Salvia	Diferentes morfologías según su origen. Su <i>flavor</i> proviene de una cetonona, la tujona.	Rellenos, carnes, ensaladas y guisos. Condimento típico de la cocina italiana.
	Perifolio	Similar al perejil, de hojas aromáticas y sabor agradable.	Sopas, caldos, salsas, vegetales.
	Cilantro	Sabor fuerte y aroma penetrante. Contiene coriandrol, limoneno, linalol, gerianol, borneol	Ensaladas, guacamole, guisos, arroz, con legumbres, conservas.

Origen	Nombre	Características y principios activos	Usos culinarios
<b>Flores</b>	Alcaparra	Flores secas que se conservan en sal o vinagre. Contiene alcapturrina, rutina y ácido rútico.	Pescados hervidos y salsas.
	Azafrán	Estigmas del pistilo de la flor desecada, color rojo anaranjado. Sabor amargo dado por los compuestos picrocrocina y safranal, Contiene Crocin responsable de dar el color amarillo a la comida.	Paellas, risottos y arroz en diferentes preparaciones, sopas de pescado.
	Clavo de olor	Brote floral maduro, seco, de color rojo pardo, entero o pulverizado. Sabor ardiente y olor agradable. Contiene eugenol y taninos.	Escabeches, compotas, budines, pastelería, preparaciones dulces con leche, estofados, carnes asadas, jugos.
<b>Corteza</b>	Canela	Corteza desecada del fruto, color marrón, muy aromático. Contiene eugenol, pineno, felandreno, cariofileno, y manitol.	Confituras, compotas, tartas, postres, cereales con leche, masas, helados, frutas cocidas, budines, licuados e infusiones.
<b>Tallo</b>	Cúrcuma	Tallo o rizoma secundario seco, de sabor amargo y color amarillo que se debe a la curcumina. Contiene tumerona y zingibereno.	Se utiliza en reemplazo del azafrán y como componente del curry.
<b>Raíces</b>	Rábano silvestre	Raíz de color amarillo pálido, sabor picante y olor similar a la mostaza ya que contiene isotiocianato de alilo.	Encurtidos.
	Jengibre	Rizoma desecado, pelado o no. Sabor acre, picante y aromático, y proviene de los aceites cíñelo, terpenos, citrol y borneal. El picor se debe a la oleorresina del gingerol.	Mondongo, repollo, aves, cerdo, entremeses o copetín, compotas y repostería. Bebidas y cócteles.

Origen	Nombre	Características y principios activos	Usos culinarios
<b>Tejido celular</b>	Hongos o setas	Tejido celular que puede ser utilizado fresco o seco.	Salsas, guisos o estofados con carnes y aves.
<b>Aliáceas</b>	Ajo	Contiene 2 sustancias azufradas altamente volátiles: aliina y disulfuro de alilo. Sabor fuerte y ligeramente picante.	Sus usos son variados: en sopas, ensaladas, guisos, carnes, aves, pescados, verduras, soufflés, tortillas, etc.
	Cebolla	Posee derivados del azufre que al descomponerse causan vapores lacrimógenos, como el alpropilo. El sabor puede ser suave, picante, fuerte, dulce, según la variedad	
	Ciboulette	Contiene aceites esenciales como aliina y sufoxidos de cistina. Es recomendable utilizarlo fresco.	
	Echalotte	De sabor menos intenso que el ajo y más aromático y fino que la cebolla. En la cocción no se debe dorar porque se torna amargo.	
	Puerro	Contiene flavonoides, esencias e inulina. Se consumen las hojas de parte inferior, de sabor fino y suave.	
<b>Mezclas</b>	Curry	Mezcla de especias a base de: pimientos, mostaza, canela, pimienta, jengibre y cúrcuma. Es un polvo muy picante, su flavor está dado por el ácido acético, aldehídos y cetonas.	Salsas, arroz, carne vacuna, cerdo, aves y pescado al horno.
	Chimichurri	Mezcla de especias realizada con base de aceite o vinagre.	Carnes, especialmente carnes asadas.

*Nota.* Fuente: elaboración propia en base a Medin, R., & Medin, S. P., Alimentos: Introducción técnica y seguridad, Capítulo 11 y Garda M. R., Técnicas del Manejo de los Alimentos, Capítulo 14.

Los condimentos y especias contienen principios nutritivos como vitaminas y minerales, pero al utilizarse en pequeñas cantidades, las ingestas son insignificantes y los nutrientes no son contabilizados.

**Imagen 14.1.** *Variedad de condimentos.*



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## Sal

### Definición

Según el CAA, “se entiende con el nombre de Sal, sin agregado alguno, el producto comercialmente puro o purificado, que químicamente se designa con el nombre de cloruro de sodio. Su origen podrá ser de fuentes naturales (Sal gema o Sal de roca), salinas, sal de evaporación, así como la proveniente de procesos adecuados de recuperación de las industrias que hayan sido autorizadas por la autoridad sanitaria nacional”.

La sal común, según el grado de trituración, se clasifica en Sal Gruesa, Entrefina, o Fina.

En todos los casos debe adecuarse a las siguientes características:

- Presentarse bajo la forma de cristales blancos, incoloros, solubles en el agua y de sabor salino franco.
- No deberá acusar la presencia de nitratos ni nitritos, ni más de 5 % de agua; el residuo insoluble en agua no excederá de 0,5 % (impurezas).
- El residuo seco no deberá contener más de 1,4 % de sulfatos expresado en sulfatos de calcio, y los tenores en calcio, magnesio y potasio expresados globalmente en cloruros no excederá de 1 %.
- La sal de mesa está compuesta por cloruro de sodio en un 92 %.

### **Características**

Es un mineral que aporta sabor salino, es higroscópica, inodora y soluble en agua. En Argentina, la sal común se explota mayormente en lagunas salineras de escasa profundidad. Los salares -cuencas con acumulación de este mineral en gran cantidad- se hallan en toda la franja árida del país.

Además, la sal que se expendía para consumo, deberá contener una parte de yodo en treinta mil partes de sal, aceptándose una variación en más o en menos de hasta el 25,0 %. La sal yodada se deberá elaborar por enriquecimiento homogéneo con yodato de potasio o yoduro de sodio o de potasio.

## **Vinagre**

### **Definición**

Según el CAA, “se entenderá por Vinagre o Vinagre de vino, el producto de la fermentación acética del vino”.

Los vinagres obtenidos por fermentación de materias primas distintas al vino (cerveza, sidra, frutas, cereales, alcohol, etc.), deberán venderse con el nombre que especifique su origen, por ejemplo, vinagre de cerveza.

### **Características**

Es un líquido ácido, cuyo ácido principal es el acético, originado por la bacteria *Acetobacter aceti*.

Los distintos tipos de vinagre, tienen un 5 % de ácido acético en su composición y un pH entre 2,4 -3,4.

### **Usos culinarios**

Cuando se agrega un ácido al medio de cocción de vegetales, se impide la disolución de la hemicelulosa y, con ello, el vegetal queda firme.

Se utiliza en conservas, como medio conservante, ya que los microorganismos no pueden reproducirse en medios ácidos. La acción del ácido acético se basa esencialmente en disminuir el valor del pH del producto a conservar, solo por encima de una concentración de 0,5 % de ácido acético puede ejercerse una acción antimicrobiana por penetración en la pared celular (Reynolds, 1975).

Se usa también como condimentos de ensaladas.

## Referencias

- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo XVI: Correctivos y Coadyuvantes
- Garda, M.R., (2016). *Técnicas del Manejo de los Alimentos*. Capítulo 14: Condimentos. Editorial Eudeba.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 11: Alimentos vegetales: hortalizas y frutas. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- Sal para consumo humano, proveniente de salinas. Recuperado de [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/Informes/SAL\\_PARA\\_CONSUMO\\_HUMANO\\_FINAL\\_Abril2019.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/Informes/SAL_PARA_CONSUMO_HUMANO_FINAL_Abril2019.pdf)

# CAPÍTULO 15

## Infusiones

*Araceli Lebrero*

### Definición

Las infusiones son bebidas obtenidas a partir de la extracción de componentes solubles que se encuentran en hojas, tallos, flores, granos de diversos cultivos. Son sistemas homogéneos denominados diluciones acuosas.

En el Código Alimentario Argentino, en el CAPITULO XV, se reconocen las infusiones como **productos estimulantes o frutivos**, entre los cuales se detallan: el cacao, café, té y yerba mate.

### Cacao

#### Definición

Según el CAA, se entiende por Cacao en grano o Granos de cacao a la semilla del Cacaotero (*Theobroma cacao L*) fermentada y desecada; libre de insectos y de materia extraña; con una humedad máxima de 8,0 %.

**Imagen 15.1.** Fruto del cacaotero y sus semillas.



*Nota.* Fuente: Banco de fotos: Pixabay.com

#### Cultivo y procesado del fruto

El árbol del cacao se denomina *Theobroma cacao L.*, proveniente del griego *Theobroma*, que significa “Alimento de los dioses” y del *Náhuatl cacahuatl*, que significa “cacao”. Es originario de

América Central, pero su cultivo se ha extendido a otras zonas, las cuales están delimitadas por los trópicos de Cáncer y Capricornio.

El mayor productor del mundo es Costa de Marfil, seguido por Ghana, Indonesia, Nigeria, Brasil, Camerún y Ecuador.

El fruto del árbol del cacao, recibe el nombre de “piña” o “maraca”, el cual es una mazorca de forma ovalada, mide entre 20 - 25 cm y pesa entre 200 y 500 gr. La piña contiene en su interior una pulpa viscosa en la cual se encuentran las semillas, de las cuales se obtiene el cacao. Por cada piña pueden extraerse entre 30 - 40 semillas. Cuando están frescas, son amargas, astringentes y carecen de olor.

Pasos para la obtención del cacao en grano:

- Cosecha: se extraen los frutos maduros de los árboles y se abren con un machete.
- Fermentación: necesaria para extraer las semillas de los frutos. Intervienen diversos microorganismos, entre ellos levaduras del género *Cándida* y *Saccharomyces* y bacterias *Lactobacilos*, *Acetobacter* y *Gluconobacter*. Es importante el control de esta etapa, ya que podrían generarse aromas y sabores desagradables por exceso de acidez.
- Secado: las semillas extraídas son sometidas a un proceso de secado hasta obtener una humedad final entre 6 - 7 %. Existen 2 formas de secado: al sol (1 semana) o en cámaras de secado (1 o 2 días).
- Clasificación: una vez secas, se retiran impurezas, semillas rotas o deficientes y se clasifican según su tamaño.
- Envasado: en sacos de papel o yute.

Estas etapas definen la calidad del cacao en grano, ya que a medida que transcurre este proceso, se definen las características organolépticas. Luego, estas semillas serán nuevamente procesadas en plantas industriales para la obtención de diferentes productos.

Etapas del proceso industrial:

- Limpieza: con tamices y cepillos mecánicos, se busca eliminar restos de polvo, residuos, etc.
- Descascarillado: las semillas son trituradas y mediante corrientes de aire se elimina la cascarrilla que envuelve a las semillas.
- Tostado: se exponen a temperaturas elevadas entre 100 - 140 °C, durante 45 - 90 minutos, para obtener cacao en polvo con características organolépticas deseadas: color, aroma y sabor y con humedad final entre 1 - 2 %.
- Enfriamiento: posterior al tostado, las semillas se enfrían rápidamente para evitar pérdida de aromas.
- Molturación: las semillas son molidas para obtener la **pasta de cacao**, con un 52 % de materia grasa, siendo el producto base de todos los derivados del cacao. Según el CAA, la denominación de venta de este producto será: “Pasta de Cacao, Masa de Cacao o Licor de Cacao.”

**Tabla 15.1. Composición nutricional de las semillas de cacao.**

Principio nutritivo	Porcentaje
Agua	2 %
Manteca de cacao	52 – 56 %
Proteínas	11,8 %
Almidón	6 %
Taninos	4,8 %
Cenizas	2,7 %
Fibra	9,3 %

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Recuperado de Gil, A. Tratado de Nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Capítulo 15.

### Productos derivados del cacao

La pasta de cacao es utilizada como base para la obtención de productos derivados en la industria. En la siguiente tabla se presentan los principales productos derivados.

**Tabla 15.2. Productos derivados del cacao y su descripción.**

Producto	Descripción
<b>Cacao en pasta o pasta de cacao</b>	Producto obtenido por desintegración mecánica de granos de cacao tostados o no, descascarillados, sin quitar ni añadir ninguno de sus componentes.
<b>Torta de cacao</b>	Producto obtenido por prensado de pasta de cacao, con extracción parcial de la materia grasa. El contenido en grasa de cacao debe ser superior al 8 % y podrá contener hasta un 6 % de cascarilla y germen sobre producto seco y desgrasado.
<b>Manteca de cacao</b>	Es la materia grasa extraída por prensado del cacao tostado y descascarillado, o de la pasta de cacao. De color blanco o blanco amarillento; olor y sabor característicos. Su punto de fusión es 30 a 35 °C.
<b>Equivalente de manteca de cacao</b>	Es un tipo de grasa distinta a la de cacao, que se obtiene a partir de grasas vegetales, no hidrogenadas, de composición, en triglicéridos, similar a la de la manteca de cacao. Se utiliza en forma opcional permitiéndose su empleo únicamente en los productos de chocolate.
<b>Cacao en polvo</b>	Se obtiene mediante transformación mecánica a polvo de la torta de cacao. Materia grasa: 8 % mínimo

<b>Cacao en polvo desgrasado</b>	El cacao en polvo con un contenido máximo de materia grasa de 8 %.
<b>Cacao azucarado</b>	Resulta de la mezcla homogénea de cacao en polvo hasta un máximo de 68 % de azúcares: sacarosa, azúcar invertido, dextrosa o sus mezclas.
<b>Chocolate</b>	Producto homogéneo obtenido a partir de productos de cacao y sacarosa o algunos de los siguientes edulcorantes: dextrosa, azúcar invertido, jarabe de glucosa o fructosa o sus mezclas, con o sin el agregado de Equivalentes de Manteca de Cacao.
<b>Chocolate para taza</b>	Producto homogéneo obtenido a partir de productos de cacao y sacarosa u otros edulcorantes, con o sin el agregado de Equivalentes de Manteca de Cacao (EMC) y con harina o almidón de trigo, de arroz o de maíz, en una proporción máxima de 8,0 %.

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

### Composición química del cacao en polvo

- Hidratos de carbono: se distribuyen en un 3 % de azúcares, un 13 % de almidón y 23 % de fibra. Contiene fructosa, glucosa, sacarosa, esteaquiola, pentosanos, mucílagos y celulosa.
- Proteínas: representan un 23 % del producto, conteniendo aminoácidos esenciales histidina, isoleucina, leucina, treonina y valina.
- Grasas: su contenido varía según sea desgrasado, como fue mencionado en la tabla anterior. El 98 % de los lípidos corresponden a triglicéridos, de los cuales, el 60 % corresponde a ácidos grasos saturados, el 35 % a ácidos grasos poliinsaturados y un 4 % a poliinsaturados. Los más abundantes son el ácido palmítico y el ácido esteárico. Respecto a la manteca de cacao, el 60 % del total corresponde a lípidos, con las mismas características del perfil lipídico.
- Minerales: contiene potasio, magnesio, fósforo, calcio, zinc y hierro.
- Vitaminas: ácido fólico, B1, B6, A y E.
- Compuestos fenólicos: contiene flavonoides: catequinas, epicatequinas, antocianidinas y procianidinas. Durante la fermentación, algunos se convierten en compuestos quinónicos, responsables del color pardo de las semillas. Las leucocianidinas son responsables de la astringencia. En menor porcentaje se encuentran: ácido protocatequico, cafeico y ferúlico.
- Fitoesteroles: entre sus lípidos, se destacan: el alfa-citoesterol, el estigmasterol y el campesterol.
- Bases xánticas: la teobromina es la más abundante, y en menor cantidad el cacao contiene cafeína y teobromina.

**Imagen 15.2. Cacao en polvo.**

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## Chocolate

El cacao en polvo es la materia prima del chocolate, de ahí su gran demanda en las industrias alimenticias. El chocolate posee características organolépticas únicas, que lo convierten en un producto indispensables para la elaboración de pastelería, galletitas, golosinas, helados, etc.

El chocolate se produce a partir de la mezcla de distintos ingredientes, los cuales incluyen pasta de cacao, sacarosa, glucosa, leche en polvo, aromatizantes (como vainillina) y lecitina como emulsionante. Los ingredientes varían en función del producto a elaborar. En la mezcla se obtienen partículas casi hasta un tamaño coloidal y se llega a una masa íntima. Luego se realiza el concado, donde se amasa en tanques de base cóncava que son especiales para este fin. Con la fricción se evapora el agua y los ácidos volátiles de olores no deseables. Se oxidan los taninos mejorando el olor. Este proceso se realiza entre 57 y 70 °C durante un período de 96 a 120 horas. Luego se almacenará a 51 °C. A continuación, se procede al templado con el fin de regular la cristalización de la manteca de cacao. Este proceso consta de calentamiento, enfriamiento y calentamiento nuevamente. Más tarde se moldea, se enfría en túneles, se envuelve con papeles resistentes a la grasa (se usa habitualmente papel con aluminio) y se almacena. El almacenamiento debe realizarse en ambientes secos y templados

Uno de los componentes principales del chocolate es la manteca de cacao, y de su calidad dependen el gusto y la estructura del chocolate. Para que el chocolate cristalice bien se realiza un proceso de atemperado, que permite que la manteca de cacao se concentre en una forma más estable. Este proceso consiste en enfriar la masa de chocolate a unos 27 °C y después llevarla hasta alrededor de 32 - 33 °C para moldearla. En caso de que el proceso de atemperado sea inadecuado, resulta una consistencia de mala calidad, con marcas de huellas dactilares, no tiene un buen brillo y hasta hace un chasquido deficiente.

La manteca de cacao es el ingrediente que otorga al chocolate la característica de **derretirse en la boca**, debido a que la temperatura de fusión es levemente inferior a la fisiológica.

Otro tema relacionado con la manteca de cacao es la aparición de manchitas blancas en el chocolate que tiene azúcar, efecto que se puede observar cuando se coloca el chocolate en la heladera. Esto se debe a un atemperado insuficiente o que no se mezcló bien el azúcar con la grasa del chocolate. Por eso, el azúcar absorbe humedad, después se evapora el agua y los cristales de azúcar suben a la superficie, pudiendo observarse en forma de manchitas blancas.

La buena mezcla con grasa (proceso de concado) rodea a los cristales de azúcar impidiendo que retengan agua.

**Imagen 15.3.** *Tableta de chocolate.*



*Nota.* Fuente: Banco de fotos: Pixabay.com.

## Té

### Definición

Según el CAA, con la denominación genérica de té, “se entiende exclusivamente el producto obtenido por el procesamiento conveniente de las yemas, hojas jóvenes, pecíolos y tallos tiernos de la especie *Camellia sinensis L.*”

En Argentina, la región tealera, se concentra en las provincias de Misiones y Corrientes, presentando actualmente 40.000 has. implantadas, de las cuales el 95 % se encuentra en la provincia de Misiones y el restante 5 % en la de Corrientes. A partir de la misma materia prima: brotes y hojas de la especie *Camellia sinensis*, se obtienen diversos tipos de té. Estos productos finales pueden ser distintos según las variedades botánicas utilizadas, las formas de cultivo, la época y tipo de cosecha, así como del método de industrialización empleado. Los productos se clasifican según el color del material de la infusión generada, y según el grado de fermentación.

### Clasificación

Existen cuatro tipos principales de té con múltiples variedades que dan lugar a más de 3000 clases de té en todo el mundo:

- Té o té negro, que corresponde al producto obtenido mediante marchitado, enrollado, fermentado y secado de las yemas, hojas jóvenes, pecíolos y tallos tiernos.
- Té verde, que corresponde al producto obtenido por calentado, enrollado, secado de las yemas, hojas jóvenes, pecíolos y tallos tiernos sin que hayan experimentado ningún proceso de fermentación.
- Té tipo Oolong, conocido como té rojo, que corresponde al producto obtenido mediante marchitado al sol, luego a la sombra, oxidación enzimática incompleta, tratamiento técnico, enrollado y secado de las yemas, hojas jóvenes, pecíolos y tallos tiernos.

- Té Blanco, también carece de fermentación. Producido a partir de yemas nuevas recolectadas antes de que abran. Se dejan marchitar para que se evapore la humedad y se desecan. Su principal propiedad es el elevado contenido de antioxidantes.

Cabe aclarar que, según el CAA, la denominación de Té sin otro calificativo sólo podrá usarse con referencia al Té negro y a sus infusiones.

### Componentes químicos del té

La composición química general de los brotes y hojas de té varía de acuerdo a las condiciones agroclimáticas, la fecha de cosecha, las prácticas culturales y las características genéticas de la planta. Podemos encontrar:

- Polifenoles (flavonoides, teaflavina, tearubigina): integran entre el 15 y el 30 % de la materia seca de los brotes. Los mayores compuestos oxidables de las hojas son las catequinas, sustancias pertenecientes al grupo de los flavonoides, y se encuentran en las vacuolas citoplasmáticas, jugando un rol fundamental durante el proceso la fermentación.
- Xantinas (cafeína, teobromina, teofilina): la popularidad del té como bebida puede atribuirse a la presencia de estos dos grupos de compuestos, responsables de su sabor único, sumado a los numerosos compuestos asociados al aroma. El contenido de cafeína en las hojas, el cual es un componente estimulante, es mayor que en el grano de café, pero en la infusión, la concentración resulta menor. Una taza (150 ml) de té negro tiene de 40 a 70 mg de cafeína.
- Taninos (ácido tánico): le otorga a la infusión, una suave cualidad astringente.

### Preparación de la infusión

Para preparar la infusión, se debe utilizar agua caliente sin hervir (85 - 93 °C). Se colocan las hebras en un recipiente destinado al uso (tetera), luego se coloca el agua y se deja reposar tapado, de 3 a 5 minutos únicamente, para evitar la extracción de compuestos polifenólicos que le aportan astringencia. Luego se cuela y se sirve.

El color del té negro está influenciado por la concentración de iones hidrógeno en el agua. Los aniones tienen mucho color si el agua utilizada es alcalina (dura) por lo que dan un té con color muy oscuro. Los compuestos tearrubiginas se ven afectados con el agregado de ácido (limón, el más usado) que disminuye la ionización aclarando la pigmentación.

El té enfriado puede enturbiarse debido a la formación de un complejo entre la cafeína, teaflavinas y tearrubiginas. La cafeína tiene cargas positivas y la tearubigina cargas negativas. El almacenamiento debe hacerse a temperaturas menores a 30 °C y en recipiente hermético para evitar la pérdida de aldehídos volátiles.

#### Imagen 15.4. Infusión de té.



Nota. Fuente: elaboración propia.

### Presentación

El té puede adquirirse en hebras, las cuales son las hojas secas enrolladas o en saquitos.

### Hierbas para infusiones

Según el CAA, Con la denominación de Hierbas para Infusiones se entienden los siguientes vegetales: Anís, Boldo, Carqueja, Cedrón, Dumosa (*Ilex dumosa R.*), Incayuyo, Lusera, Manzanilla, Marcela, Melisa, Menta, Peperina, Poleo, Rosa Mosqueta, Romero, Salvia, Tilo, Tomillo, Zarparrilla, Moringa (*Moringa oleifera Lam.*) y otros que en el futuro se incorporen, solas o mezclados.

### Café

#### Definición

Según el CAA, con la denominación de Café, Café verde, Café crudo “se entiende las semillas sanas y limpias del *Coffea arabiga L* y de otras especies del mismo género, despojadas de tegumentos exteriores (espermoderma) por desecación, al sol, y no privadas de su cafeína.”

Es de origen Asiático, y, si bien existen varios tipos de plantas de café, hay solo 2 que se utilizan con fines comerciales: la arábica y la robusta. Un arbusto produce como promedio 3.000 bayas (o cerezas como se llaman comúnmente) por año y cada fruto tiene 2 granos en su interior. Con esos 6.000 granos se elabora 1 kg de café tostado.

Brasil es el primer productor y exportador de café, seguido por Colombia. Otros países productores son Ecuador, Perú, Venezuela, Costa Rica, Nicaragua.

Según el CAA, se pueden reconocer las siguientes variables, según diferencias en el proceso industrial:

- Café tostado (en grano o molido), se entiende el café verde normal, que por medio del calor ha tomado una coloración oscura y aroma característicos. Cafeína: min: 0,9 %.

- Café torrado es el producto resultante de la tostación del café en presencia de azúcares caramelizables.
- Café descafeinado, se obtiene a partir del café normal que por un tratamiento especial ha sido privado de una parte de cafeína. No debe contener más de 0,20 % de cafeína.
- Café sin cafeína se obtiene a partir de café que ha sido descafeinado hasta quedar con no más de 0,10 % de cafeína.
- Con las denominaciones de Café soluble, Café instantáneo, Extracto en polvo de café y Café concentrado en polvo, se entienden los productos en polvo resultantes de la deshidratación de los extractos acuosos obtenidos exclusivamente a partir de café tostado.

### Obtención del café

Hay diferentes etapas en la obtención del café:

- Cosecha: la cosecha se realiza en forma manual, cuando las bayas están totalmente maduras.
- Lavado: para eliminar piedras, ramas e impurezas.
- Pelado: se elimina la cáscara y luego la pulpa por medio de una fermentación que dura de 3 a 4 días.
- Secado: con la utilización de aire caliente de 70 a 90 °C, hasta obtener un grado de humedad inferior al 12 %.
- Tostado: los granos verdes son tostados a altas temperaturas, entre 200 y 260 °C, produciéndose un pardeamiento no enzimático obteniendo así los granos color marrón oscuro exudando aceite responsable del brillo.
- Clasificación: los granos son clasificados según su tamaño y luego envasados.

**Imagen 15.5.** Granos de café.



*Nota.* Fuente: Banco de fotos Pixabay.com.

### Compuestos químicos del café

Los granos de café contienen proteínas y aminoácidos, lípidos, minerales, cafeína, trigonina, ácidos y compuestos volátiles, variando en cantidad y tipo según la variedad del grano.

Los principales aminoácidos son arginina, ácido aspártico, histidina y cisteína, y son importantes para la formación de compuestos aromáticos durante el tostado.

Algunas proteínas y aminoácidos reaccionan con azúcares, dando lugar a la reacción de *Maillard*, produciendo compuestos que influyen en las características sensoriales del café.

Respecto a los hidratos de carbono, el café contiene polisacáridos y azúcares, entre ellos glucosa, manosa y galactosa. Durante el tostado de los granos, los azúcares se degradan y reaccionan con aminoácidos y proteínas, participando de productos responsables del aroma y color del café.

El lípido principal es el ácido linoleico, el cual se encuentra en el endospermo del grano, junto al ácido palmítico.

Los minerales encontrados son potasio, calcio y magnesio, además de trazas de manganeso, rubidio y cobre.

En cuanto a la cafeína, es una base xántica (1,3,7- trimetilxantina) responsable de los efectos estimulantes del café y del sabor amargo. La concentración de cafeína en el grano es de 1,2 %. La trigonelia es una piridina que aporta sabor amargo y en el proceso del tostado se degrada, produciendo ácido nicotínico y otras sustancias que influyen en el aroma característico del café. También se encuentran ácidos orgánicos, entre ellos el más predominante es el ácido clorogénico, y en menor concentración, el fórmico, acético, tartárico, málico, oxálico, cafeico, cítrico y fosfórico. Son responsables del sabor amargo y la astringencia, teniendo efectos antioxidantes.

Por último, durante el proceso de tostado se generan compuestos volátiles que influyen en el aroma característico del café, entre ellos, el ácido acético, aldehídos y cetonas, que incluyen, que incluyen el diacetilo, acetil, metil, carbinol y furfural. A partir del ácido clorogénico se obtienen por la tostación dióxido de carbono y guayacol. Este último tiene un olor a quemado como alquitrán y es aceitoso. La presencia de sustancias fenólicas y compuestos azufrados distinguen al café del resto de sus sustitutos.

### **Preparación de la infusión**

Existen diferentes formas de preparar el café, teniendo en cuenta en todas que la temperatura del agua no debe llegar a ebullición, sino que debe mantenerse en un rango entre 85 - 95 °C, para lograr la extracción de las sustancias solubles. A temperaturas superiores se extraen sustancias amargas y se volatilizan más sustancias aromáticas.

Como explica Garda (2016), “la cafeína es muy soluble, de manera que en los 2 primeros minutos se extrae el 80 %”.

Con un 10 % de café se obtiene una infusión de concentración mediana. Una taza de café (150 ml) contiene según su preparación entre 75 mg y 150 mg de cafeína.

### **Infusión**

Es el método de contacto entre el agua a temperatura adecuada con los granos de café molido, durante 2 a 4 minutos. Luego se produce la decantación de los granos y se trasvasa la infusión a otro recipiente.

**Percolación**

La percolación implica que un fluido pase lentamente por los poros de un material. El proceso tiene el objetivo de conseguir la parte soluble de una sustancia sólida.

Se realiza a través de una cafetera con percolador, la cual consta de un recipiente inferior para el agua y un colador en la parte superior donde se coloca el café. Al someter la cafetera a una fuente calórica, el agua llega a temperatura de ebullición y sube a través de un tubo cayendo sobre los granos de café en el colador, arrastrando las sustancias solubles. Se obtiene un café con buena concentración de sustancias solubles, más concentración de cafeína, menos aromático y más amargo.

**Filtrado al vacío**

A través de una cafetera al vacío. El vapor confinado al vacío y en la base de la cafetera ejerce presión sobre la superficie del agua hirviendo. Ello fuerza al agua a subir y caer sobre los granos de café molidos. El tiempo de producción de la infusión es de entre 2 y 4 minutos. El producto obtenido tiene buen sabor, ya que se obtiene a partir de agua no hervida.

**Filtración o goteo**

A través de una cafetera por goteo, manual o automática. El agua se calienta y se vierte sobre los granos molidos, pasando a través de los mismos, siendo el método utilizado por las cafeteras domésticas.

La infusión obtenida es de color, sabor y aroma óptimos, ya que el agua no está hervida, y debido al tiempo de contacto grano-agua, se reduce la cantidad de taninos.

Se debe tener en cuenta el material de los recipientes o cafeteras, ya que se debe evitar los que son de metal, porque se adhieren los aceites a las superficies y requieren una mejor limpieza para que no influyan en el sabor de la infusión preparada. Es recomendable utilizar cerámica o vidrio.

**Sistema expreso**

Se prepara con granos bien tostados y finamente molidos. La extracción es rápida con agua hirviendo a baja presión.

**Yerba mate****Definición**

Según el CAA, Con la denominación de Yerba Mate o Yerba “se entiende el producto formado por las hojas desecadas, ligeramente tostadas y desmenuzadas, de *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire (Aquifoliácea) exclusivamente, mezcladas o no con fragmentos de ramas secas jóvenes, pecíolos y pedúnculos florales.”

A diferencia del té y el café, infusiones consumidas en todo el mundo, el consumo de la yerba mate se limita a Argentina, Paraguay, Uruguay y Brasil.

Se cultiva en zonas tropicales: Paraguay, Brasil y el norte de la Argentina.

En Argentina, la delimitación geográfica de la zona productora de yerba mate comprende la provincia de Misiones y parte de los departamentos de Ituzaingó y Santo Tomé de la provincia de Corrientes.

### Obtención de la yerba mate

El proceso de obtención debe iniciarse dentro de las 24 hs. de cosechada con el fin de evitar su fermentación y con ello su inutilización y pérdida total.

Hay diferentes etapas en la obtención de la yerba mate:

- Zapecado: es un secado muy rápido de 30 segundos de exposición del material verde directamente a las llamas con la finalidad de inactivar enzimas para evitar la oxidación, lograr la persistencia del color verde y producir una pérdida del peso de las hojas del 20 al 50 % por deshidratación. En la superficie de las hojas se forman pequeñas ampollas por el vapor de agua generado que rompen la epidermis con un crepitar característico y de allí, se supone que viene la denominación de “zapecado” ya que en el idioma guaraní “sa” o “za” significa “ojo” y “peca” o “mbecá”, significa “abrir”.
- Secado: debe ser realizado dentro de las 24 horas siguientes al zapecado. Su objetivo es reducir la humedad de las hojas por medio de una corriente de “aire caliente indirecto” que ingresa por medio de chimeneas, eliminando el resto de humedad hasta llegar a valores del orden del 5 a 6 %, disminuyendo consecuentemente su peso.
- Canchado: consiste en una trituración grosera, obteniendo pedazos de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>. Se hace para facilitar el embolsado y transporte de la yerba mate seca. En esta etapa se obtiene la “Yerba Mate Canchada”. Son necesarios aproximadamente tres kilos de hoja verde, para producir un kilogramo de yerba mate canchada. La yerba mate canchada se estaciona ya sea suelta en bloques o embolsada en bolsas de arpillera o polipropileno de aproximadamente 40 Kg.
- Estacionamiento: implica colocar la yerba mate canchada en depósitos acondicionados a tal fin por un período de hasta dos años para que evolucione el color, aroma, sabor y aspecto quedando lista para su molienda final, envasado y estampillado.
- Molienda: la yerba mate canchada y estacionada es sometida a sucesivas operaciones de trituración, zarandeo y mezcla, se obtiene un *blend* adaptado al uso de cada región y a las preferencias de cada paladar.
- Envasado y estampillado de la yerba mate elaborada.

**Imagen 15.6. Yerba mate.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

### **Compuestos químicos de la yerba mate**

La yerba mate contiene en su composición aminoácidos, minerales, vitamina B1, B2, C, A, riovoflabina, carotenos, colina, ácido pantoténico, inositol y polifenoles.

Contiene la mateína, la cual es una xantina, estimulante del sistema nervioso central, pero que no produce insomnio, como la cafeína.

### **Preparación de la infusión**

- Mate cebado: la infusión se prepara con agua a 85 °C (a mayor temperatura, mayor extracción) que es adicionada a la yerba contenida en un recipiente, llamado mate y fabricado en general de calabazas o madera (palo santo, quebracho colorado o algarrobo). Se toma con una bombilla (tubo metálico con un orificio en un extremo que se introduce en la yerba del mate y otro extremo ensanchado por donde se aspira o succiona para beber la infusión). Pueden ser adicionados con azúcar y frutas aromáticas. Se le agrega agua y se bebe hasta agotar las sustancias solubles.
- Mate cocido: se prepara con la misma técnica del té y su presentación puede ser en saquitos o suelta.

**Imagen 15.9. Mate cebado.**



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## Referencias

- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo XV: Productos estimulantes o fruitivos
- Garda, M.R. (2016). *Técnicas del Manejo de los Alimentos*. Capítulo 15: Infusiones. Editorial Eudeba.
- Gil, A. (2017). *Tratado de nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Tomo III. Capítulo 15: Café, té, cacao y productos derivados. Editorial Médica Panamericana.
- Golombek, D., & Schwarzbaum, P. (2012). *El nuevo cocinero científico, cuando la ciencia se mete en la cocina*. Capítulo 10. Editorial Siglo XXI.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 13: Infusiones, jugos, bebidas carbonatadas y alcohólicas. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- Té - alimentos argentinos. Recuperado en <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=418>
- Yerba mate argentina Recuperado en [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/IGeo/productos\\_reg/Yerba/Resumen%20Yerba%20Mate%20Argentina.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/IGeo/productos_reg/Yerba/Resumen%20Yerba%20Mate%20Argentina.pdf)

# CAPÍTULO 16

## Bebidas alcohólicas

*Ximena Barcia*

### Advertencia

Antes de comenzar este capítulo debemos dejar asentada una recomendación establecida por consenso del Ministerio de Salud de la Nación: el alcohol es una sustancia tóxica para el individuo; no existe evidencia suficiente sobre una dosis segura del mismo. El consumo de alcohol tiene evidencia de asociación a mayor riesgo de enfermedades. Por lo tanto, no hay una recomendación respecto a favorecer su consumo regular. Por consenso se sugiere, que si se elige tomar, debería hacerlo el grupo de adultos, de forma responsable, evitándolo siempre al conducir; al mismo tiempo que en niños y mujeres embarazadas.

### Introducción

Las bebidas alcohólicas se clasifican en: fermentados, destilados, licores y bebidas espirituosas.

### Fermentados

Se obtienen de la fermentación de mostos provenientes de la uva, la cebada o la manzana. El producto final a obtener será vino, cerveza o sidra respectivamente. La fermentación es realizada por levaduras que producen alcohol etílico y dióxido de carbono.

### Cerveza

Es la bebida resultante de fermentar, mediante levadura cervecera, al mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo. Como materia prima se parte de cebada germinada y el principal objetivo es la producción

de enzimas como proteasas y beta amilasa que transforman el almidón en azúcar (maltosa), sustrato que fermenta las levaduras produciendo alcohol y dióxido de carbono.

### **Ingredientes para elaborar cerveza artesanal**

- Malta: se obtiene al poner el grano de cebada en remojo, para luego secarlo y tostarlo cuando comienza a germinar.
- Agua: constituye el 95 % del contenido de la cerveza por lo que es el ingrediente fundamental.
- Lúpulo: son las flores de la planta *Humulus lupulus*. De esta planta trepadora se usan las flores femeninas para dar amargor y aromatizar la cerveza. Las mismas contienen resinas, aceites esenciales y tanino que le dan a la bebida su sabor característico, aroma y color. Además aumentan el poder espumante.
- Levadura: es un microorganismo, *Saccharomyces*, que crece a temperatura ambiente, se inactivan a 35 °C y mueren a 8 °C;. Transforma el azúcar de la malta en alcohol y gas carbónico.

### **Etapas de elaboración de la cerveza**

- Molienda: se muelen los granos de malta para liberar el almidón que se encuentra en el interior. Los rodillos del molino comprimen los granos de malta rompiendo la cáscara.
- Maceración: se ponen a remojar los granos molidos en agua a una temperatura aproximada de 70 °C durante una hora. Las enzimas que contiene la malta dadas las condiciones adecuadas de temperatura y pH “cortan” el almidón, transformándolo en azúcar (mosto).
- Cocción: al mosto se le agrega lúpulo y se hierve para esterilizarlo una hora y media. Las resinas del lúpulo se reacomodan para transformarse en compuestos amargos que dan balance y hacen que la cerveza sea refrescante.
- Fermentación: se agregan las levaduras que van a transformar el azúcar en alcohol. Se deja fermentar una semana a 18 °C aproximadamente. En cervezas alemanas se usan levaduras de actividad lenta (*Saccharomyces carlsbergensis*) que trabajan en el fondo de la cuba; mientras que en cervezas inglesas se usan levaduras activas que desarrollan en la superficie (*Saccharomyces cerevisiae*).
- Maduración: se deja reposar la cerveza a 0 °C por dos semanas, para redondear cuerpo, sabor y *bouquet*. Las levaduras, las bajas temperaturas y el paso del tiempo hacen que los sabores y aromas se conjuguen.

### **Tipos de cerveza**

- Cerveza alemana: Lager significa cerveza estacionada, se emplea malta ligeramente tostada. Tiene alto contenido de alcohol y un gusto balanceado de lúpulo. Dentro de este tipo de cervezas se conocen la Munich, negra; la Dortmund, pálida y la Pilsen, rubia.
- Cerveza inglesa
  - Bitter o amarga: se elabora con malta ligeramente tostada. Es pálida, de gusto seco y amargo.

- Mild: se elabora igual que la Bitter pero con malta más oscura, llamada malta cristal o café. Se calienta a mayor temperatura y lleva más azúcar o caramelo y menos lúpulo. Es menos amarga y fuerte que la Bitter.
- Ale: de color oro o marrón pálido, tiene alto contenido alcohólico, gusto fuerte y gran cantidad de lúpulo. Es ligeramente dulce y con cuerpo.
- La Porter o Brown ale: es del tipo de ale pero más oscura, con más extracto, más dulce y más amarga.
- Stout: es una Porter más fuerte elaborada con malta negra. Es oscura, con cuerpo y tiene un gusto ligeramente quemado.

## Sidra

Es la bebida que resulta exclusivamente de la fermentación alcohólica normal del jugo recién obtenido de manzanas sanas y limpias, de uso industrial, con o sin la adición de hasta un 10 % de jugo de peras obtenido en idénticas condiciones que el jugo de manzana y fermentado en forma conjunta o separada. Su graduación alcohólica mínima será de 4,5 % en volumen a 20 °C.

## Vino

Se entiende por uva para vinos, al fruto fresco, maduro, sano y limpio de la *Vitis vinífera* en sus distintas variedades y que una vez cosechado no ha sufrido proceso de fermentación o deshidratación alguno, ni ningún otro que modifique sus propiedades y condiciones naturales. La elaboración de un buen vino dependerá del equilibrio de ciertos factores como el clima, el suelo y la variedad de uva (cepaje). De estos van a resultar el color, el aroma y el gusto del mismo.

En la primavera aparecen los brotes y a los 45 días los granos de uvas verdes. Deben madurar lentamente ya que durante este proceso la acidez disminuye y los azúcares aumentan. El color verde de la uva se transforma, se oscurece, se torna dorado en cepas blancas y aparecen pigmentos rojos en las uvas tintas. Se debe cosechar en el momento óptimo de crecimiento.

La uva utilizada para la vinificación es la *Vitis vinífera*. Dentro de este género y especie se encuentran diferentes variedades de uva -denominadas cepaje- con características organolépticas individuales. De los varios miles de cepajes utilizados en el mundo sólo algunos tienen la capacidad de adaptarse a distintos climas y suelos sin perder matices de identidad. A esto se lo llama plasticidad ecogénica.

### Tipos de vinos

Los vinos comunes o de mesa se elaboran con uva criolla o común (de menor calidad). Tienen un contenido del 12 % de alcohol y no se realiza maduración de los mismos.

Los vinos finos son los elaborados solamente con uvas seleccionadas de alta calidad (cabernet, chardonnay, etc.) y deben tener un mínimo de dos años de añejamiento. Poseen una graduación alcohólica del 12 %.

Los vinos reserva o selección son de un nivel de calidad intermedio entre el fino y el común. Generalmente son mezclas de buenas cosechas y están añejados como mínimo 2 años.

Los vinos pueden clasificarse también en tintos, rosados o blancos.

Los vinos tintos se elaboran exclusivamente de uvas tintas, para los rosados también se utiliza uvas tintas pero con una breve maceración de los hollejos en el mosto y para los blancos se utiliza la uva blanca en general o pueden ser realizados con uvas tintas sin maceración del hollejo en el mosto.

Pueden ser secos, semisecos o dulces dependiendo del azúcar residual que quede luego de la fermentación.

Los vinos generosos o de postre abarcan una gran variedad de vinos dulces o secos los que son elaborados con procedimientos especiales (jerez, oporto o moscato, vinos de misa o santo). Poseen entre 18° a 20° alcohólicos. Se puede partir de uvas que se dejan deshidratar en ambientes controlados, con cosecha tardía a partir de uvas sobremaduras y/o la interrupción de la fermentación. Esto se hace antes de la elaboración y tiene como finalidad contener alto porcentaje de azúcar.

Los vinos compuestos aromatizados como el vermouth se preparan con un 75 % de vino y pueden ser adicionados o no con alcohol. Se les incorpora azúcar en la proporción de 150 g/litro y una mezcla de hierbas y colorante caramelo para estandarizar el color pardo. La graduación alcohólica es de entre 15 al 18 %.

Los vinos espumosos son aquellos que tienen burbujas producidas durante una segunda fermentación, la que se realiza en un recipiente cerrado que atrapa las burbujas. Los vinos espumantes más difundidos son el Champaña, el Asti y el Cava (España).

Los granos de la uva tienen una capa protectora (pruina) que evita la penetración de los microorganismos, del clima y retienen levaduras en su cera. Éstas, al romper el grano, inician una fermentación espontánea. También contienen ácido tartárico, málico y pectinas. Contiene los materiales colorantes (antocianinas, flavones, pigmentos rojos y amarillo) solubles en alcohol, los que se sueltan durante la fermentación y también sustancias aromáticas, polifenoles, ácidos libres y sales minerales.

Dentro de las etapas para su elaboración están: prensado, fermentación, maduración, filtrado y envasado.

## **Almacenamiento**

El vino es una sustancia enzimáticamente activa con un determinado ciclo vital. Algunos vinos maduran antes que otros y hasta comienzan a perder las cualidades óptimas. Debe tenerse en cuenta que si se guarda una botella de vino por muchos años, es probable que cuando se consuma el flavor y el aspecto no sean los esperados.

Dentro de las condiciones adecuadas para el almacenamiento podemos citar:

- Espacio oscuro (12 a 20 °C) y una humedad promedio 60 %.
- Las botellas deben estar acostadas para que el vino siempre esté en contacto con el corcho, este se hidrata e impide que ingrese aire.

- Vinos blancos no más de 2 años desde su elaboración.
- Los blancos dulces son más durables que los secos. En el caso de los vinos elaborados con uvas sobremaduras, su textura concentrada y el buen grado alcohólico les permite envejecer hasta cinco o seis años. Los vinos rosados se manejan igual que los blancos secos. Los vinos jóvenes frutados se guardan por no más de 1 o 2 años.

Los vinos espumosos como los champagnes, tipo franceses, soportan un cierto tiempo de añejamiento y ocasionalmente pueden perder la presión del gas carbónico.

## Champagne

Es el vino espumante por excelencia. El proceso para su obtención es a partir de un vino base al que se le realiza una segunda fermentación con el agregado de licor de tiraje (solución de azúcar que sirve de medio para que levaduras seleccionadas la transformen en dióxido de carbono que será retenido). Las levaduras deben resistir la graduación alcohólica que tiene el vino base especial para este tipo de elaboración.

Los tipos de champán van de los más secos a los más dulces: nature (3 a 4 g de azúcar/litro), extra brut y brut (6 a 8 g de azúcar/litro) y demi-sec y rosados (hasta 10 g de azúcar/litro). Un buen champán se caracteriza por tener las burbujas diminutas.

## Destilados

Se obtienen a partir de la destilación del alcohol y de sustancias volátiles producidas durante la fermentación. Es un proceso de concentración y purificación de un líquido, el que se calienta hasta que su componente con punto de ebullición más bajo comienza a hervir y se evapora.

La destilación de un líquido fermentado se basa en que el punto de ebullición del alcohol etílico es de 78 °C y el del agua de 100 °C. Debido a que el alcohol es higroscópico arrastra en su destilación un porcentaje de agua. Según su origen pueden ser bebidas destiladas de vinos, como coñac o aguardiente; o de mostos fermentados de cereales como es el caso de la cebada y el whisky.

Los destilados elaborados a partir de vinos son:

- aguardientes (coñac o cognac) que tiene un 50 % de alcohol.
- brandy o pisco proviene de la destilación de vinos muy añejados que se madura en barriles de roble de 2 a 20 años.
- grapa se obtiene de la destilación de los orujos (restos de hollejos) residuales de la elaboración del vino.
- calvados, por su parte, son los destilados de la sidra.

Todos tienen aproximadamente un 40 % de alcohol además de propanol, butanol, ésteres y aldehídos.

Los obtenidos por mostos son:

- ron: proviene de mostos fermentados de melazas de caña de azúcar.
- vodka: elaborado de papa y cereales (centeno y cebada).
- ginebra: o gin destilado del mosto fermentado de cebada, centeno y de maíz con bayas de enebro.
- tequila: bebida fermentada del mosto de agave o maguey (fruto característico americano).

Todos tienen entre un 40 a un 55 % de alcohol.

El whisky se obtiene de la destilación de un mosto fermentado de malta de cebada pálida sin tostar. Algunos pueden ser elaborados con mostos de centeno o maíz. Tiene un añejamiento mínimo de 3 años pero puede llegar a 12 años. La graduación alcohólica es de entre 42 a 58 %.

## Licores

Son bebidas alcohólicas elaboradas a partir de aguardientes, maceraciones alcohólicas de frutas (licor de cereza), hierbas aromáticas (licor de menta) o semillas (licor de anís). Es una bebida con graduación alcohólica de 15 % a 54 % vol. y un contenido de azúcares superior a 30 g/litro. Las bases aromáticas más conocidas son: Anisete (semillas de anís, hinojo, coriandro y almendras amargas), Kummel (Alcaravea), Chartrés (varias hierbas), Sambuca (regaliz y fruto del sauco), café, guindas, menta, huevo y crema.

## Bebidas espirituosas

Son bebidas elaboradas a base de licores y bebidas destiladas. Los aperitivos como Fernet, amargos y Bitters son bebidas espirituosas que contienen principios amargos obtenidas por destilados, infusiones y/o maceraciones de hierbas en alcohol rectificado (es etanol obtenido a partir de fermentación de mieles de caña, con pureza mínima de 95,5 % v/v). Se utilizan principalmente naranjas amargas, jengibre, genciana, centaura, colombo, cassia, lúpulo y quina. Campari es una bebida alcohólica espirituosa obtenida de la infusión de hierbas amargas, plantas aromáticas y frutas en alcohol y agua. Muchos han intentado adivinar el número de ingredientes: dicen que 20 o 60, otros dicen que son 80 ingredientes. Hasta el día de hoy, el alcohol y el agua son los únicos ingredientes conocidos de su receta secreta. Su color rojo vibrante, intenso aroma y su sabor amargo distintivo lo hacen extremadamente versátil, y la perfecta base para algunos de los cócteles más famosos del mundo.

## Referencias

Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 13: Infusiones, jugos, bebidas carbonatadas y alcohólicas. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

# CAPÍTULO 17

## Agua y bebidas analcohólicas

*Jazmín Apesteguía*

### Agua

#### Introducción

El agua es un elemento que ya ha sido estudiado en el Capítulo 2. Aquí abordaremos el tema del agua como alimento y sus diferentes variedades, según las denominaciones establecidas por el Código Alimentario Argentino.

Las bebidas analcohólicas, incluyen una variedad de productos que “No contendrán más de 0,5 % volumen/volumen (v/v: la misma, es la concentración que indica el volumen de soluto por cada 100 unidades de volumen de la solución) de alcohol etílico” . Las mismas, se encuentran definidas por el CAA según materias primas, concentraciones de ingredientes y variedad de presentaciones.

Desde las guías alimentarias de la Población Argentina, el agua y las bebidas analcohólicas se encuentran en diferentes grupos, viéndose reflejada la importancia de consumir agua a diario y dejando las bebidas analcohólicas para consumo opcional u optativo.

#### **Definición, clasificaciones y variedades según Código Alimentario Argentino (CAA)**

##### **Capítulo XII Bebidas hídricas, agua y agua gasificada potable**

- Es apta para la alimentación y uso doméstico.
- Deberán cumplir con determinadas características físicas, químicas y microbiológicas.
- No deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud.
- Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.
- Debe provenir de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios.

##### **Potabilizada**

- Corresponde al agua de origen subterráneo o proveniente de un abastecimiento público, que se comercialice envasada en botellas, contenedores u otros envases adecuados, provistos de la rotulación reglamentaria.
- Tratamientos permitidos a fin de conservar o mejorar sus características físicas, químicas, microbiológicas o sensoriales.

### Mineral

- Agua apta para la bebida, de origen subterráneo, procedente de un yacimiento o estrato acuífero no sujeto a influencia de aguas superficiales y proveniente de una fuente explotada mediante una o varias captaciones en los puntos de surgencias naturales o producidas por perforación.

### Mineralizada artificialmente

- Producto elaborado con agua potable adicionada de minerales de uso permitido, gasificada o no, envasada en recipientes bromatológicamente aptos, de cierre hermético e inviolable.

### Agua saborizada

- Producto elaborado con agua mineral natural, adicionada de sustancias aromatizantes naturales de uso permitido.
- El producto se rotulará en el cuerpo del envase "agua mineral aromatizada (o saborizada)", seguido de la leyenda "con sabor natural de ..." o "con aroma natural de ...".
- El producto carbonatado en el lugar de origen con dióxido de carbono, deberá consignar la indicación "gasificado".

### Sodas

- Son aguas potables o aguas minerales gasificadas.

**Imagen 17.1.** *Aguas saborizadas, agua gasificada (soda), agua potabilizada, agua mineral y agua mineralizada artificialmente.*



IMPORTANTE: LEER E IDENTIFICARLAS SEGÚN DENOMINACIÓN EN ETIQUETA

Nota. Fuente: elaboración propia.

## Información nutricional que contiene una botella de agua en su etiqueta y la importancia de su correcta interpretación

**Imagen 17.2.** Información nutricional que se observa en una botella de agua mineral.

Información Nutricional	
Porción: 1.000 ml (5 vasos)	
Cantidades por <b>Porción</b>	
	<b>%VD*</b>
Valor Energético 0 kcal	0%
Carbohidratos 0 g	0%
Proteínas 0 g	0%
Grasas Totales 0 g	0%
<i>de las cuales:</i>	
grasas saturadas 0 g	0%
grasas trans 0 g	0%
Fibra 0 g	0%
Sodio 10 mg	0%
<hr/>	
Potasio 4 mg	0%
Calcio 30 mg	3%
Magnesio 3 mg	1%
Flúor 1,2 mg	30%

\* % Valores Diarios en base a una dieta de 2.000 kcal u 8.400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas

---

Contiene 78mg/l de bicarbonato y 44 mg/l de sulfato

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Recuperado de Vademecum Nutrinfo.

Con respecto al sodio del agua, el CAA establece:

### Imagen 17.3. Artículo 986. CAA.

#### Artículo 986 – (Resolución Conjunta SRYGS y SAB N°29/2019)

Clasificación: las aguas minerales naturales se clasificarán de la siguiente manera:

- De acuerdo al grado de mineralización determinado por el residuo seco soluble a 180° C:
  - Mineralización muy débil: residuo hasta 50 mg/l.
  - Oligominerales: residuo: entre 50 y 100 mg/l.
  - De mineralización débil: residuo entre 101 y 500.
  - De mineralización media: residuo entre 501 y 1500.
  - De mineralización fuerte: residuo entre 1501 y 2000.
- De acuerdo a su composición:
  - Alcalina o bicarbonatada: contiene más de 600 mg/l de ión bicarbonato.
  - Acidulada o carbogaseosa: contiene más de 250 mg/l de dióxido de carbono libre.
  - Clorurada: contiene más de 500 mg/l de cloruro (expresado en cloruro de sodio).
  - Cálcica: contiene más de 150 mg/l de calcio.
  - Magnésica: contiene más de 50 mg/l de magnesio.
  - Fluorada: contiene más de 1 mg/l de flúor.
  - Ferruginosa: contiene más de 2 mg/l de hierro.
  - Iodadas: contiene más de 1 mg/l de yodo.
  - Sulfatadas: contiene más de 200 mg/l de ión sulfato.
  - Sódicas: contiene más de 200 mg/l de ión sodio.
  - Bajas en sodio: contiene menos de 20 mg/l de ión sodio.

*Nota.* Fuente: Recuperado de CAA, Capítulo XII: Bebidas hídricas, agua y agua gasificada.

**Aguas bajas en sodio ¿son necesarias?**

El requisito para aguas minerales es significativamente más exigente (20 mg por litro) que para las bebidas analcohólicas.

El contenido de sodio del agua está expresado en mg/litro. En el etiquetado del agua el contenido de la misma aparece en mg/porción. Esta denominación se presta a confusión. Aún cuando el agua es quizá más saludable que todas las bebidas dulces, el tratamiento desigual que el CAA impone para la declaración de contenido de sodio resulta confusa en el nutriente (sodio) cuya ingesta a través de aguas minerales no implica riesgo alguno de exceso.

Si se analiza el contenido de mg/litro del agua que se presenta en la etiqueta anterior, el contenido es de: 50 mg/litro; es decir, su contenido de sodio no sería significativo en relación a la cantidad de sodio recomendada por la OMS (2000 mg/día).

El aporte posible por este tipo de aguas constituye menos del 7 % del total del consumo diario habitual de sodio, y alrededor del 5 -10 % de la cantidad de sodio recomendado por la OMS.

**Bebidas analcohólicas**

El CAA las define como productos “obtenidos por medios mecánicos de las frutas u hortalizas comestibles, sanas, limpias y maduras”.

- Podrán presentarse turbios debido a la presencia de sólidos insolubles propios de la fruta u hortaliza de la cual proceden.
- Deberán cumplir las siguientes exigencias:
  - Estarán libres de toda parte no comestible de la fruta u hortaliza de la cual proceden.
  - No contendrán más de 0,5 % volumen sobre volumen de alcohol etílico y no se hallarán en estado de fermentación.
  - Cumplirán con las tolerancias residuales para plaguicidas y otros agentes de tratamiento agrícola establecidas por las leyes vigentes.
  - Deben presentarse conservados por medios físicos (refrigeración-congelación y pasteurización) o químicos (ácido benzoico o sórbico).

**Definición, clasificaciones y variedades según Código Alimentario Argentino (CAA)****Capítulo XII Bebidas hídricas, agua y agua gasificada potable**

Bebidas gasificadas o no, listas para consumir, preparadas a base de uno o más de los siguientes componentes:

- Jugo
- Jugo y pulpa
- Jugos concentrados de frutas u hortalizas
- Leche

- Extractos
- Infusiones
- Maceraciones
- Percolaciones de sustancias vegetales así como aromatizantes/saborizantes autorizados
- Deberán presentar color, olor y sabor normales de acuerdo a su composición
- No deberán contener alcohol etílico en cantidad superior a 0,5 % en volumen % v/v.

## Materias primas

Deben ser de buena calidad y estar dentro de las normas del C.A.A. de pureza adecuadas.

- Agua: debe ser inodora, incolora e insípida. Tendrá que ser potable, química y bacteriológicamente.
- Edulcorantes: pueden ser naturales como sacarosa, jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF), jarabe de glucosa; o artificiales como sacarinas, ciclamatos, Acesulfame-K, aspartamo y sus mezclas.
- Colorantes: se podrá utilizar caramelo, jugos o zumos de frutas y hortalizas, cúrcuma, azafrán y carotenos.
- Sabores frutales naturales: se incorporarán destilados o extractos alcohólicos, macerados y concentrados de frutas. Sabores frutales artificiales: básicamente son mezclas de ésteres.
- Anhídrido carbónico: la gran aceptación de las bebidas carbonatadas se debe, en gran parte, al sabor único y al burbujeo que le imparte el CO<sub>2</sub>. La carbonatación adecuada acentúa el gusto y es el medio protector para la bebida ya que disminuye el pH. Este último en todas las bebidas tipo colas, lima-limón o naranjas se encuentran entre 3 y 4.
- Conservantes: se utiliza el benzoato de sodio y el sorbato de potasio para evitar levaduras y ácido ascórbico como antioxidante.

## Bebidas carbonatadas

El sabor y la calidad de una bebida carbonatada dependen en cierta forma de la cantidad y del carácter del ácido. Ello hace que el sabor que se desarrolle sea exaltado en mayor grado con dicha acidez.

- El ácido cítrico se utiliza especialmente para jugos cítricos, ananá y frutilla.
- El ácido tartárico que se extrae del vino (crémor tartárico) se lo utiliza en bebidas tónicas y con gusto a uva.
- El ácido málico característico de manzanas, peras, guindas y uvas y el ácido fosfórico son los acidulantes utilizados en bebidas colas. Para la elección de un ácido se debe tener en cuenta su habilidad en resaltar el *flavor* de las bebidas.

- Sabores colas: deben contener cafeína 38 a 46 mg por 360 ml, extracto de vegetales, colorante caramelo, ácidos y sustancias aromáticas.
- Frutales: estas son bebidas con sabores a frutas (formulaciones con lima limón, jarabe y tartrazina como colorante).
- Las de tipo tónicas contienen agua de quinina que le aporta el sabor amargo.

Existen otras bebidas preparadas en base a extractos de limón, pomelo u otros cítricos.

## Jugos o zumos

Obtenidos por medios mecánicos de las frutas u hortalizas comestibles, sanas, limpias y maduras. Podrán presentarse turbios debido a la presencia de sólidos insolubles propios de la fruta u hortaliza de la cual proceden.

Deberán cumplir las siguientes exigencias:

- Estarán libres de toda parte no comestible de la fruta u hortaliza de la cual proceden.
- No contendrán más de 0,5 % v/v de alcohol etílico y no se hallarán en estado de fermentación.
- Cumplirán con las tolerancias residuales para plaguicidas y otros agentes de tratamiento agrícola establecidas por las leyes vigentes.
- Deben presentarse conservados por medios físicos (refrigeración-congelación y pasteurización) o químicos (ácido benzoico o sórbico).

## Jugos concentrados

Para diluir: "Se entiende por "Jugo concentrado de..." (con la indicación en el espacio en blanco del nombre de la fruta u hortaliza de la cual procede) el producto obtenido por concentración de jugos vegetales." (CAA, Capítulo XII artículo 1046).

Este tipo de jugos es adicionado con colorantes y saborizantes que permiten su dilución con agua sin modificar sus características organolépticas.

Se permite utilizar ácido ascórbico (vitamina C) como antioxidante y se utilizan en ellos conservantes químicos.

## Jugos para beber sin diluir



Se admite la restitución de los componentes naturales volátiles perdidos en el proceso de concentración del jugo original o de la misma especie del fruto, por eso deberá estar indicado en los rótulos: adicionado con aromas naturales

Como edulcorante se puede utilizar azúcar común, fructosa, glucosa, jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF) o jugo de uva concentrado.

Son jugos que se conservan por aplicación de calor y se envasan en recipientes multicapas en los que pueden conservarse cerrados durante más de 6 meses.

Una vez abierto se debe consumir dentro de los 3 a 4 días y conservar refrigerado.

## Jugos en polvo

Producto en polvo que por la dilución indicada en el rótulo permita obtener una bebida sin alcohol.

Se envasarán en recipiente bromatológicamente apto de capacidad no mayor de 1500 g y se rotulará: “polvo para preparar bebidas sin alcohol ...” completando la rotulación según corresponda al tipo de bebida resultante.

Deberán consignar en el rótulo el tipo de bebida correspondiente, los ingredientes en el orden decreciente de sus proporciones, los aditivos, la fecha de vencimiento, el peso neto y la cantidad en volumen de producto final que se puede preparar con el contenido del envase.



## Bebidas deportivas o isotónicas

Apuntan a un mercado representado por las personas que realizan deporte.

El principal objetivo es reponer fluidos, es decir agua. Pero además aportan hidratos de carbono y electrolitos (sodio y potasio), nutrientes que en cantidades adecuadas favorecen la absorción de agua, mejoran el sabor y estimulan la ingesta.

Sin embargo, la osmolaridad de una bebida deportiva es una característica importante que debe ser tenida en cuenta a la hora de hacer recomendaciones. La osmolaridad es la cantidad de solutos que están presentes en un líquido.

En el caso de las bebidas deportivas, los solutos más importantes son el sodio y los hidratos de carbono. Las bebidas pueden clasificarse en hipo, hiper o isotónicas dependiendo si la concentración de solutos es menor, mayor o igual al plasma respectivamente.

Cuando hablamos de bebidas deportivas debemos pensar en un líquido que tenga una osmolaridad similar a la del plasma (270-290 mOsm/litro) o levemente inferior (hiposmolar), ya que si es mayor (hiperosmolar) se dificultará la absorción de agua.

Las bebidas deportivas:

- Suelen aportar entre 25 - 60 mg de sodio cada 100 ml.
- En relación a los hidratos de carbono tienen entre 6 - 8 g % a base de diferentes tipos de azúcares como glucosa, fructosa y/o maltodextrina, siendo la combinación de ellas la más efectiva.
- Es importante no exceder esta cantidad ya que de lo contrario se dificulta el vaciamiento gástrico y la absorción intestinal.
- Sin embargo, no todas las personas que realizan algún ejercicio físico necesitan hidratarse con este tipo de bebidas.
- El Colegio Americano de Medicina del Deporte los sugiere solamente en actividades moderadas-intensas que duren más de 60 - 90 minutos.



### Bebidas con extractos, infusiones u otras sustancias vegetales

Según el CAA: “Queda permitida la elaboración de bebidas sin alcohol gasificadas o no, con extractos, infusiones, maceraciones, percolaciones, de café, zarzaparrilla, té, yerba mate, macis, semillas de cola, canela u otras sustancias vegetales contempladas por el presente Código y/o con esencias naturales autorizadas”.



**Importante:** un caso particular, es que el CAA no contempla en su capítulo de aguas y bebidas, y para el cual la propia industria adopta como estrategia su posicionamiento como alimento, es el de las bebidas elaboradas a base de soja.



### Información nutricional que contiene una bebida carbonatada y la importancia de su correcta interpretación

Imagen 17.4. Información nutricional que se observa en una bebida carbonatada.

Información Nutricional	
Porción: 200 ml (1 vaso)	
Cantidades por <b>Porción</b>	
	<b>%VD*</b>
Valor Energético 99 kcal	5%
Carbohidratos 25 g	8%
de los cuales:	
azúcares 25 g	
Proteínas 0 g	0%
Grasas Totales 0 g	0%
de las cuales:	
grasas saturadas 0 g	0%
grasas trans 0 g	
Fibra 0 g	0%
Sodio 55 mg	2%

\* % Valores Diarios en base a una dieta de 2.000 kcal u 8.400 kJ.  
Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas



Nota. Fuente: elaboración propia. Recuperado de Vademecum Nutrinfo.

Con respecto a los azúcares y el sodio, el CAA establece las siguientes normativas:

**Imagen 17.5. Extracto del Capítulo XII del CAA.**

AZÚCARES (*)		
ATRIBUTO	CONDICIONES	
Bajo	No contiene más de 5 g de azúcares.	Por 100 g o 100 ml en platos preparados según corresponda
		Por porción cuando estas son mayores a 30 g o 30 ml. En porciones menores o iguales a 30g o 30 ml se calculará en base a 50 g o 50 ml
Si el alimento no cumple con las condiciones exigidas para el atributo "bajo o reducido en valor energético" deberá consignar en el rótulo junto a la INC la frase "Este no es un alimento bajo o reducido en valor energético", según corresponda, con los mismos caracteres en cuanto al tipo de letra de la INC, de por lo menos 50% del tamaño de la INC, de color contrastante al fondo del rótulo y que garantice la visibilidad y legibilidad de la información.		

SODIO		
ATRIBUTO	CONDICIONES	
Bajo	No contiene más de 80 mg de sodio	Por 100 g o 100 ml en platos preparados según corresponda
		Por porción cuando estas son mayores a 30 g o 30 ml. En porciones menores o iguales a 30 g o 30 ml se calculará en base a 50 g o 50 ml
Muy bajo	No contiene más de 40 mg de sodio	Por 100 g o 100 ml en platos preparados según corresponda
		Por porción cuando estas son mayores a 30 g o 30 ml. En porciones menores o iguales a 30 g o 30 ml se calculará en base a 50 g o 50 ml
No contiene	No contiene más de 5 mg de sodio	Por 100 g o 100 ml en platos preparados
		Por porción

*Nota.* Fuente: Recuperado de CAA, Capítulo XII: Bebidas hídricas, agua y agua gasificada.

El contenido de azúcares que presentan (excluyendo las que se mencionan como dietéticas) es muy alto, considerando la recomendación diaria de azúcares establecida por la OMS (25 g/día).

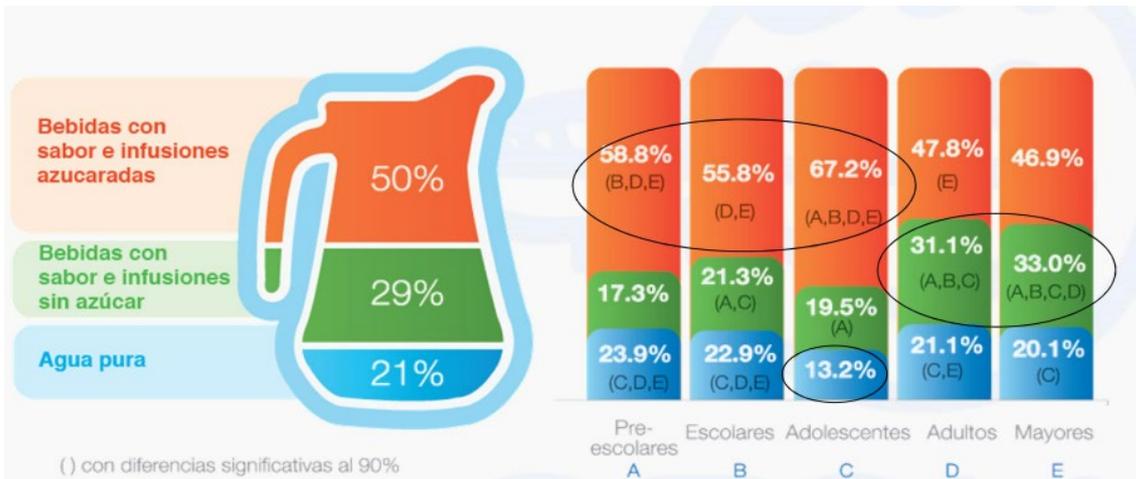
El contenido de sodio resulta bajo, ya que sus cantidades se expresan por porción (no como en el caso de las aguas que se expresa por litro).

Si bien su contenido de sodio es bajo, este tipo de bebidas no se recomienda como fuente de hidratación por su alto contenido de calorías (asociado al contenido de azúcar), conservantes y aditivos, ya que su ingesta diaria puede promover el riesgo de contraer enfermedades cardiometabólicas, entre otras.

### Proporción diaria por edad de agua y bebidas

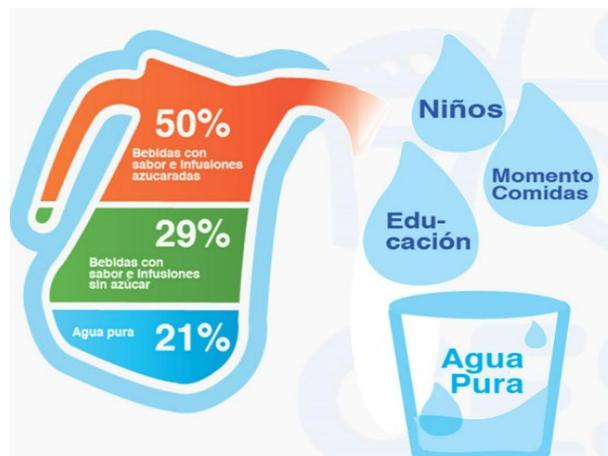
En los siguientes gráficos, se puede observar los resultados obtenidos de una investigación especialmente orientada a evaluar el consumo de agua y bebidas no alcohólicas realizada en el 2009 (estudio hidratAR).

**Esquema 17.1.** Porcentaje de consumo diario por rango etario de infusiones azucaradas, infusiones sin azúcar y agua.



Nota. Fuente: recuperado de Patrón de consumo de agua y bebidas en nuestra población. Estudio HidratAr.

**Esquema 17.2.** La niñez y el momento de las comidas se consideran momentos fundamentales para brindar una adecuada educación alimentaria con el propósito de considerar el agua como principal fuente de hidratación.



Nota. Fuente: recuperado de Patrón de consumo de agua y bebidas en nuestra población. Estudio HidratAr.

En términos relativos los niños y adolescentes se inclinan por lo azucarado. Los adolescentes son quienes proporcionalmente menos agua toman.

## Conclusión

La variedad que ofrece el mercado en relación a aguas y bebidas analcohólicas ha incrementado en el último período. Es importante que como profesionales abocados al estudio de los alimentos conozcamos las diferencias y similitudes entre ellos para poder brindar educación alimentaria apropiada. A partir de la información brindada a la sociedad podremos generar consumidores conscientes en relación a la elección de las bebidas que se eligen en la alimentación diaria.

## Referencias

- Britos, S., & Director, C. E. P. E. A. (2018). El mercado y el perfil nutricional de aguas y bebidas disponibles en Argentina.
- CAA, CAP V: NORMAS PARA LA ROTULACIÓN Y PUBLICIDAD DE LOS ALIMENTOS. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat\\_capitulo\\_v\\_rotulacion\\_14-01-2019.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_capitulo_v_rotulacion_14-01-2019.pdf)
- CAA, CAPÍTULO XII: BEBIDAS HÍDRICAS, AGUA Y AGUA GASIFICADA. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa\\_capitulo\\_xii\\_aguas\\_actualiz\\_2019-11.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa_capitulo_xii_aguas_actualiz_2019-11.pdf)
- Carmuega, E.; Patrón de consumo de agua y bebidas en nuestra población. Estudio HidratAr; Actualización en Nutrición, Vol 13, Suplemento 1, pp 16-17, 2012
- De hipertensión Arterial, S. A. (2014). Ingesta de sodio como componente de las aguas naturales Consecuencias sobre la presión arterial. Toma de posición de la SAHA. Rev Hipertensión Arterial, 3(1), 1-12.
- Gancedo, E. (2012). Lo que hay que saber de las bebidas deportivas. ISDe Sports Magazine, 4(14).
- Lic. Valeria Battistella; aguas bajas en sodio: ¿son necesarias?. Disponible en: <https://www.nutricionistaspba.org.ar/contenido/834/20181112033247.pdf>
- Vademecum de alimentos de nutrinfo. Disponible en: <https://www.nutrinfo.com/vademecum>

## **TERCERA PARTE**

---

### **Sistemas alimentarios simples con base animal**

# CAPÍTULO 18

## Leche

*Jazmín Apesteguía*

### Introducción

La leche es el primer alimento de los mamíferos jóvenes producido por las glándulas mamarias de las hembras. Es una mezcla de grasas y proteínas de alta calidad disueltas en agua y contiene carbohidratos (lactosa), vitaminas y minerales.

Es un alimento de composición y propiedades variables y complejas, por tratarse de una secreción biológica; en ella se presentan distintas interacciones de índole fisicoquímica, bioquímica y microbiológica. Si la leche sigue siendo actualmente objeto de estudio por sus efectos sobre la salud, indudablemente es porque ocupa un lugar importante en la alimentación del ser humano. Tiene una finalidad nutricional, ya que su composición contribuye a cubrir parte de las necesidades nutricionales y posee también una finalidad psicológica y sociocultural, donde las nociones de placer, gusto e identidad, asociados al simbolismo del primer alimento, juegan un papel fundamental.

El hombre comenzó a tomar leche de vaca cuando comenzó a domesticar animales para su alimentación hace más de 10.000 años. Este hábito tuvo un efecto a nivel genético, ya que seleccionó positivamente la persistencia de la capacidad de digerir la lactosa (gracias a la lactasa, que es la enzima que digiere la lactosa, el principal hidrato de carbono de la leche) en la descendencia. Esta enzima, típicamente deja de expresarse en la edad adulta (excepto por algunos individuos que pueden seguir teniéndola presente) y por lo tanto pueden digerir la leche sin problemas. Estos individuos y su descendencia han dado lugar a lo largo de la historia humana a poblaciones que son grandes consumidores de leche.

La leche y los productos lácteos pueden obtenerse de diferentes especies, como cabras y ovejas, aunque este capítulo se centra en leche de vaca y productos lácteos.

### Alimentos o grupo de alimentos que se incluyen

Dentro de este capítulo se estudiará la leche según las variabilidades que presenten en macronutrientes: entera, descremada, deslactosada; según su consistencia: líquida y en polvo; y los subproductos que se obtienen a partir de la misma: yogur, kefir, quesos, leche condensada, crema de leche y dulce de leche (ver Capítulo 21).

La leche puede utilizarse para crear productos con diferente sabor, textura, valor nutritivo y vida útil. Es agregada a variedad de preparaciones para aumentar su valor nutricional.

## Definición, clasificaciones y variedades según Código Alimentario Argentino (CAA)

### Capítulo VIII - Leche - art 554

Producto integral del ordeño total, ininterrumpido y en condiciones de higiene, de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación. La leche proveniente de otros animales, deberá denominarse con el nombre de la especie productora. En la leche de vaca las variaciones de su composición dependen de varios factores: raza, número de partos, época de lactancia, alimentación, número de ordeño, estación del año.

Art 556bis - Se prohíbe en todo el país la venta al público de leche cruda.

Art 559 -Se entiende por Leche Entera Seleccionada Pasteurizada a la leche que provenga de plantas pasteurizadoras con inspección oficial de conformidad con las disposiciones en la materia y haya sido sometida a tratamientos. La Leche entera seleccionada pasteurizada deberá estar exenta de gérmenes patógenos. Esta exigencia no se dará por cumplida si presenta:

1. Recuento total en placa: mayor de 25.000 bacterias mesófilas/cm<sup>3</sup> en los meses de abril a setiembre inclusive y mayor de 35.000/cm<sup>3</sup> en los meses de octubre a marzo inclusive.
2. Bacterias coliformes (recuento en placa con medio agar-violeta-rojo-bilis): mayor de 10/cm<sup>3</sup> 3. *Escherichia coli*: presencia en 1 cm<sup>3</sup>. Deberá ser confirmada por pruebas bioquímicas.
4. Prueba de la fosfatasa: Positiva.

### Leche evaporada - art 571

Se entiende por Leche Evaporada o Concentrada, esterilizada o ultra alta temperatura (UAT) o conocida por sus siglas en inglés UHT (*Ultra High Temperature*), el producto de consistencia siruposa obtenido por evaporación parcial del agua de la leche apta para el consumo humano.

La leche evaporada puede almacenarse adecuadamente durante períodos de tiempo prolongados, aunque debido a la reacción de *Maillard*, pueden ocurrir cambios indeseables de color tostado o pardusco o de sabor después de un año. Entonces, la rehidratación puede resultar difícil. La decoloración no es indicativa de una posible enfermedad transmitida por los alimentos. Una vez que se ha abierto la lata, debe refrigerarse y puede conservarse hasta por 1 semana.

### Leche en polvo - art 567

Se entiende por Leche en Polvo al producto que se obtiene por deshidratación de la leche, entera, descremada o parcialmente descremada y apta para la alimentación humana, mediante procesos tecnológicamente adecuados.

Se puede procesar a partir de leche pasteurizada entera o descremada. Consiste en un método de secado. La leche se condensa primero eliminando dos tercios del agua y típicamente se rocía en una cámara de vacío calentada (secado por rociado) para secar a niveles de humedad inferiores al 5 %. El proceso de secado no tiene efectos en el valor nutritivo de la leche. La mayoría de la leche en polvo sin grasa está fortificada con vitaminas A y D.

La leche en polvo, se puede verter y dispersar fácilmente en agua fría. Cuando se reconstituye, tiene mejor sabor cuando la leche se prepara con anticipación y se sirve bien fría.

### **Leche deslactosada - art 1372, Capítulo XVII del Código alimentario argentino (CAA)**

Con la designación de alimento de contenido bajo en lactosa y de alimento de contenido reducido en lactosa se denominan a aquellos alimentos cuyo valor dietario especial resulta de la restricción de los ingredientes que contienen lactosa, la separación de la lactosa del alimento, la descomposición de la lactosa o una combinación de estos métodos.

Según la normativa nacional, el alimento:

- de bajo contenido de lactosa no contendrá más de 5 % de la proporción de lactosa del alimento corriente correspondiente.
- de reducido contenido de lactosa no contendrá más del 30 % de la proporción del alimento corriente correspondiente.

Con respecto al etiquetado, el CAA establece que estos alimentos se rotularán con la denominación del producto de que se trate seguida de la indicación bajo en lactosa o reducido en lactosa. Además, deberán llevar la indicación del porcentaje de reducción del contenido de lactosa (95 o 70 %) según corresponda y del contenido de lactosa y galactosa expresado en miligramos por 100 g o 100 ml.

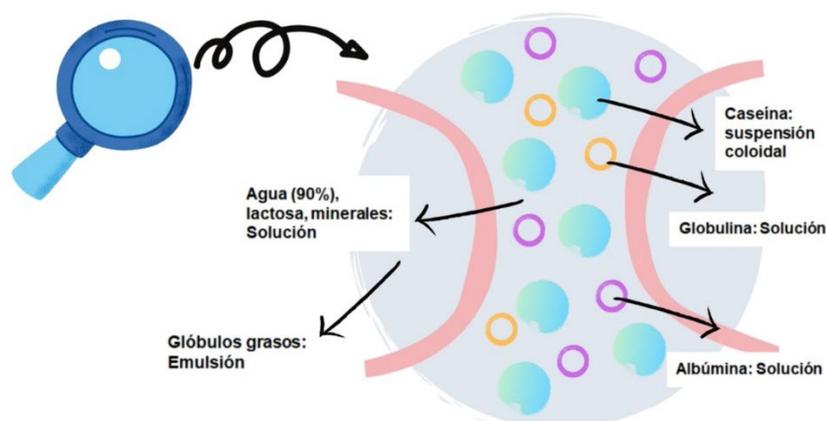
## **Estructura y composición físico-química**

¿Que se observa microscópicamente en una gota de leche?

La leche entera se puede clasificar como solución, dispersión o emulsión de la siguiente manera:

- Solución: contiene el azúcar (lactosa), las vitaminas solubles en agua (tiamina y riboflavina), y muchas sales minerales como fosfato cálcico, citratos y los minerales cloruro, magnesio, potasio y sodio.
- Coloidal (dispersión sol): caseína y proteínas de suero, fosfato de calcio, fosfato de magnesio y citratos.
- Emulsión: glóbulos de grasa suspendidos en la fase acuosa (suero) de la leche. Los glóbulos de grasa están rodeados por una membrana compleja, la membrana del glóbulo de grasa de la leche, que contiene principalmente proteínas y fosfolípidos (y algunas cadenas laterales de carbohidratos en la superficie externa). Esta membrana evita la coalescencia de las gotas de grasa.

**Esquema 18.1.** *Distribución microscópica de agua, hidratos de carbono, proteínas y grasa en una gota de leche.*



Nota. Fuente: elaboración propia.

## Composición química

### Hidratos de Carbono

Los carbohidratos son solubles en agua y están presentes en la fase acuosa de la leche, en niveles ligeramente inferiores al 5 %. El disacárido lactosa es el principal carbohidrato. Presenta una baja solubilidad y puede precipitarse de la solución como una sustancia de textura granulada. Se convierte en ácido láctico debido a la fermentación bacteriana (por ejemplo, en yogur o kefir) y en el proceso de envejecimiento del queso. Por lo tanto, los individuos intolerantes a la lactosa pueden digerir el queso curado incluso en ausencia de la enzima lactasa.

### Grasas

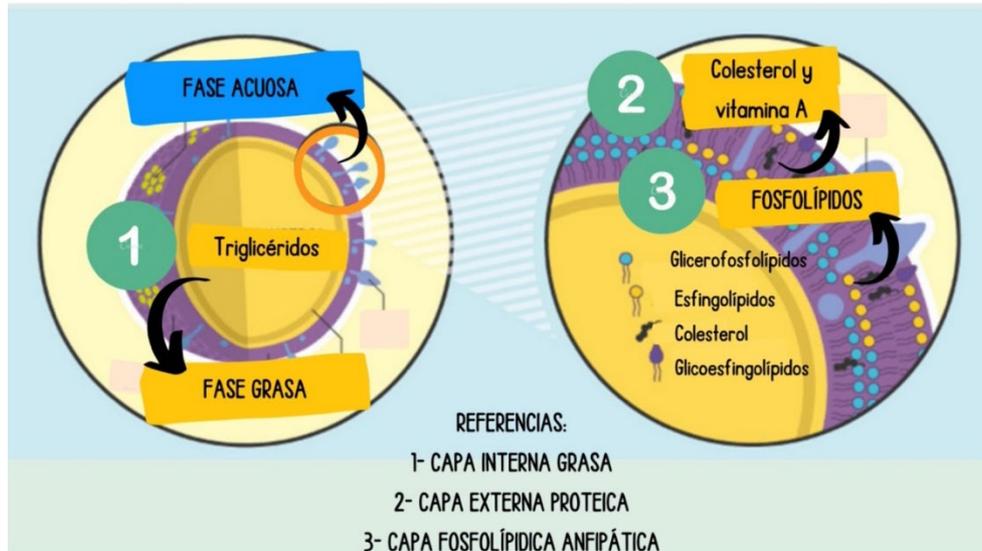
La grasa tiene una densidad baja y puede fácilmente ser centrifugada (conocido como desnatado) para que pueda obtenerse un producto con bajo contenido de grasa. La grasa, o grasa butírica, existe en niveles de aproximadamente 3,5 % en la leche entera, en niveles menores en las leches descremadas o reducidas en grasa y, en significativamente mayores porcentajes, en la crema de leche.

Los glóbulos de grasa son menos densos que la fase acuosa de la leche y, por lo tanto, tienden a subir si batimos esa leche. Cuando se emulsiona durante la homogeneización (ver más adelante Homogeneización en este mismo Capítulo), hay un aumento en el número de células grasas y una mayor viscosidad porque la grasa se distribuye por todo el líquido.

La grasa contiene el esteroles, colesterol y fosfolípidos, aunque es principalmente triglicéridos (95 %) con componentes de ácidos grasos saturados, poliinsaturados y monoinsaturados.

Estos tienen diferentes puntos de fusión y susceptibilidad a la oxidación. Las cadenas de ácidos grasos contienen muchos ácidos grasos de cadena corta, como el ácido butírico saturado y los ácidos caproico, caprílico y cáprico.

**Esquema 18.2.** Glóbulo de grasa y membrana del glóbulo de grasa de la leche.



Nota. Fuente: elaboración propia.

En el esquema se observa la distribución de los diferentes componentes del glóbulo de grasa y los que se incluyen en su membrana. Dentro de la fracción lipídica, en la capa interna, se observan triglicéridos (número 1), colesterol y vitamina A en la parte media (número 2) y fosfolípida anfipática en contacto con la parte media y externa (número 3).

### Proteínas

La fracción que merece más atención en este sistema es la fracción proteica. Representa del 3 al 4 % de la composición de la leche y los componentes se encuentran fraccionados.

La caseína representa aproximadamente el 80 % de la proteína de la leche.

Las caseínas son un grupo de proteínas, que pueden separarse de las otras proteínas por acidificación hasta un pH isoelectrico de 4,6. A este pH, las caseínas coagulan, ya que son hidrófobas, están mal hidratadas y no llevan carga neta.

El punto isoelectrico es: "el pH donde la proteína no tiene carga eléctrica y es incapaz de desplazarse en un campo eléctrico, por lo que no existe repulsión electrostática entre las moléculas de proteína vecinas y tienden a precipitar". (Rothstein, 1994).

Hay tres fracciones principales de caseína, conocidas como alfa-, beta- y kappa-caseína:

- Alfa- y beta- contienen varios grupos fosfato y, como resultado, son "sensibles al calcio" y puede coagularse mediante la adición del mismo.
- Kappa-caseína contiene solo un grupo fosfato y no es calcio sensible.
- Alfa- y beta caseína son muy hidrófobas. Sin embargo, la kappa caseína es una glicoproteína que contiene una sección de carbohidratos ácida (cargada), por lo que es mucho más hidrófila.

Las otras proteínas de la leche, al ser más hidrófilas, permanecen dispersas en la fase acuosa.

La segunda fracción de proteína de leche es el lactosuero o suero. Constituye aproximadamente el 20 % de la proteína de la leche e incluye las lactoalbúminas y lactoglobulinas. Las

proteínas del suero están más hidratadas que la caseína y se desnaturalizan y precipitan por el calor, en lugar de hacerlo por el ácido.

Otros componentes proteicos importantes de la leche incluyen enzimas como lipasa, proteasa, y fosfatasa alcalina, que hidrolizan triglicéridos, proteínas y ésteres de fosfato, respectivamente.

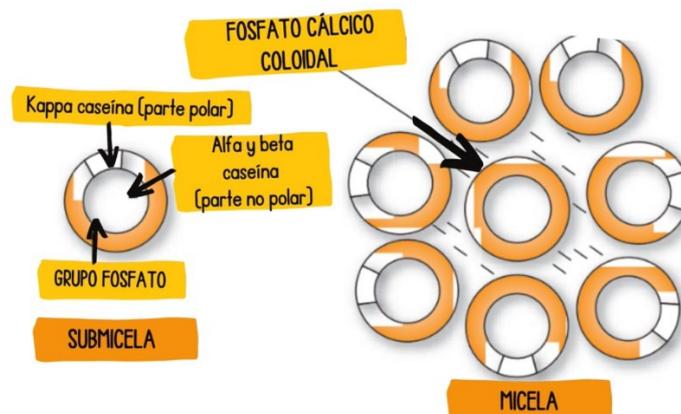
En la leche, las fracciones de caseína se asocian entre sí y con fosfato de calcio coloidal para formar estructuras esféricas estables conocidas como micelas. Las más hidrofóbicas corresponden a las fracciones alfa- y  $\beta$ -caseína (que existen principalmente en el interior de las micelas), mientras que las más hidrofílicas, corresponde a la kappa-caseína que existe principalmente en la superficie de la micela. Es la kappa-caseína la que confiere a las micelas su estabilidad en la leche en condiciones normales de manipulación.

Esto se debe a la carga negativa y la hidratación de la kappa-caseína, junto con el hecho de que la sección de carbohidratos hidrófilos cargados de la molécula tiende a sobresalir de la superficie de la micela en estructuras parecidas a “pelos”.

Las micelas de caseína son coaguladas por adición de ácido a un pH de 4,6 a 5,2. A medida que las micelas se acercan a su punto isoelectrico, la carga y el grado de hidratación se reducen y las estructuras parecidas a pelos de la kappa-caseína se aplanan. Las micelas ya no son estables y, por lo tanto, se agregan. Esta es la base para la formación de la ricota, que es un queso ácido que contiene cuajada de caseína.

El ácido también hace que se elimine algo de calcio de las micelas, por lo que la ricota es relativamente baja en calcio en comparación con otros productos lácteos.

**Esquema 18.3.** Modelo de la estructura de la submicela y micela de la caseína.



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Adaptado de: Gil, Á. Tratado de Nutrición Tomo II: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Capítulo 2.

## Vitaminas y minerales

Las vitaminas de la leche son tanto solubles en agua como solubles en grasa. La porción de leche descremada es especialmente abundante en vitamina B2-Riboflavina, una vitamina de color verdoso fluorescente. Eso actúa como fotosintetizador y se destruye fácilmente con la exposición a la luz solar.

Según el contenido de grasa de la leche pueden fortificarse con vitaminas B1, B3, B5, B6, B12, ácido fólico, A, D, E y K.

La leche entera es generalmente (98 %) fortificada con vitamina D porque está presente naturalmente solo en pequeñas cantidades. La vitamina D está presente en la leche debido a la síntesis de vitamina D por la vaca cuando está expuesta a la luz solar y porque la misma puede estar presente en su alimentación.

Las vitaminas E y K son componentes menores de la leche.

Minerales como el calcio y el fósforo están presentes en niveles de aproximadamente el 1 % de la leche, con un tercio de calcio en solución y dos tercios de él dispersos coloidalmente. El calcio se combina con la proteína caseína como caseinato de calcio, con fósforo como fosfato de calcio y como citrato de calcio. Otros minerales presentes en la leche son cloruro, magnesio, potasio, sodio y azufre.

## **Modificaciones físico-químicas que sufre según distintos medios de cocción**

### **Homogeneización**

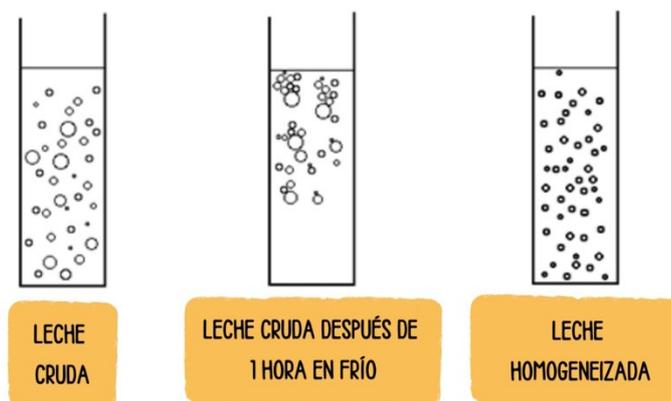
La función de la homogeneización consiste en prevenir la formación de crema, o el aumento de grasa hasta la parte superior del recipiente de leche (leches enteras o bajas en grasa). El resultado que se obtiene consiste en mantener una composición más uniforme, con mejor cuerpo y textura, una apariencia más blanca, un sabor más rico y una cuajada más digerible.

Es un proceso mecánico, a medida que se forman en la superficie nuevos glóbulos de grasa, cada uno de ellos se recubre con una parte de la membrana de lipoproteína y proteínas adicionales de la caseína y el suero. Por lo tanto, estas proteínas se adsorben en la superficie previniendo que los glóbulos se reúnan o fusionen, y de esta manera, la grasa permanece distribuida de manera homogénea por toda la leche.

La leche se puede homogeneizar antes de o después de la pasteurización.

Algunas características de la leche a partir de la homogeneización son:

- Se evita la separación de la grasa en la parte superior del recipiente.
- Se observa más blanca debido a dispersiones más finas de grasa. Hay un aumento en la absorción y el reflejo de la luz debido a las partículas de grasa más pequeñas.
- Es más viscosa y cremosa debido a un mayor número de partículas grasas.
- Es más suave debido a las partículas de grasa más pequeñas.
- Es menos estable a la luz. Por lo tanto, las cajas de cartón y las botellas de plástico son las que se utilizan para comercializarla.

**Esquema 18.4. Homogeneización de la leche.**

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Adaptado de: <http://www.dairymoos.com/wp-content/uploads/2014/03/Homogenized-Milk.gif>.

**Pasteurización**

Asegura la destrucción de las bacterias patógenas, las levaduras y los mohos, así como del 95 al 99 % de las bacterias no patógenas. Minimiza la probabilidad de enfermedades y prolonga la vida útil de la leche.

En cuanto al sabor de la leche es suave y ligeramente dulce. La sensación en boca característica se debe a la presencia de grasa emulsionada, proteínas dispersas coloidalmente, carbohidratos como lactosa y sales lácteas. La leche fresca contiene acetona, acetaldehído, metil cetonas y ácidos grasos de cadena corta que proporcionan aroma.

**Propiedades culinarias y aplicaciones en cocina**

La leche es un alimento muy versátil que se puede incorporar sola o acompañada en infusiones, en licuados y en preparaciones dulces como bizcochuelos, panqueques, piononos, budines y en preparaciones saladas como buñuelos, polenta, rellenos, purés, rellenos (considerando la opción de leche en polvo).

A su vez pueden combinarse; por ejemplo, incorporar a la leche líquida leche en polvo para incrementar su valor nutricional; mezclar crema de leche con leche líquida en un relleno, adicionar leche líquida y en polvo a rellenos salados, mezclar crema de leche con dulce de leche para un relleno dulce.

Los subproductos, a su vez, pueden acompañar a preparaciones donde se incorpora leche como tal.

## Conclusión

La leche es el primer alimento de los mamíferos. Contiene los principales nutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas, con predominio del agua (88 %). Las dos proteínas principales de la leche son la caseína y el suero, con proteínas adicionales que se encuentran en las enzimas.

Se debe pasteurizar para destruir los patógenos y se homogeneiza para emulsionar la grasa y evitar la formación de crema.

Según el CAA puede comercializarse de diversas formas o puede ser convertida en subproductos como leche condensada, manteca, queso, crema, dulce de leche o cultivada y fermentada como en el caso del yogur (ver Capítulo 19).

Tanto la leche como sus subproductos, debido a su alto contenido de proteína, actividad de agua y pH neutro deben mantenerse refrigerados (con excepción de las versiones en polvo).

## Referencias

- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo VIII: Lácteos.
- Gil, Á. (2017). *Tratado de Nutrición Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Capítulo 2: Leche y derivados lácteos. Editorial Médica Panamericana.
- Gil, Á. (2010). *Tratado de Nutrición Tomo II: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Capítulo 2: Leche y derivados lácteos. Editorial Médica Panamericana.
- Guías Alimentarias para la población Argentina*. Ministerio de Salud. Año 2016.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 8: Productos lácteos. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., & Campbell, T. (2008). *Essentials of food science* (Vol. 42). New York: Springer. Capítulo 11: leche y productos lácteos.
- Rothstein, F. (1994). *Differential precipitation of proteins*. En: Harrison, R., ed. Protein purification process engineering. New York, R.G. Harrison, p. 115-208.

# CAPÍTULO 19

## Huevo

*Ximena Barcia*

### Definición según el CAA

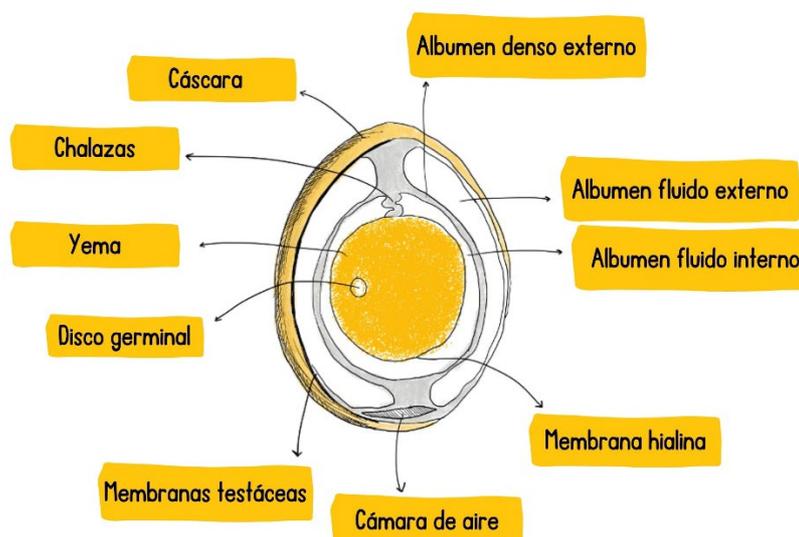
“Capítulo VI alimentos cárneos y afines:

Artículo 491 - Con la designación general de Huevos, sólo podrán expenderse los huevos frescos de gallina. Cuando se trate de huevos de otras especies deberá aclararse la especie de la que proviene”.

“Artículo 492 - Se entiende por Huevo fresco al no fecundado (proveniente de gallinas que no han sido inseminadas de forma natural o artificial) y que no ha sido sometido a ningún procedimiento de conservación. No podrá ser denominado huevo fresco el huevo que haya sido sometido intencionalmente a temperaturas inferiores a los 8 grados centígrados”.

### Estructura del huevo

Esquema 19.1. Estructura del huevo y sus partes.



Nota. Fuente: elaboración propia.

## ¿Cómo se forma un huevo?

Las gallinas comienzan la producción de huevos cuando alcanzan su madurez sexual, aproximadamente al quinto mes de vida. El aparato reproductor de la gallina está formado por dos ovarios y dos oviductos de los cuales sólo los izquierdos son funcionales. Una gallina ponedora ovula cada 26 horas, o sea que produce casi un huevo al día desde su madurez sexual.

El ovúlo de la gallina es una gran célula (que es lo que conocemos como yema) cuando se rompe el folículo entra en el oviducto y puede o no ser fecundado. A medida que avanza por ese conducto se va recubriendo de albúmina o albumen (que es lo que conocemos con el nombre de clara), con las membranas de la cáscara y la cáscara en sí que se endurece en contacto con el medio ambiente.

En las granjas de gallina ponedoras no hay gallos así que estos huevos no son fecundados.

Un huevo pesa aproximadamente entre 50 y 60 grs. Según el esquema 19.1, está compuesto por:

- **Cáscara:** supone un 9 % del peso del huevo y se compone de carbonato cálcico (94 %), carbonato magnésico (1 %), fosfato cálcico (1 %) y materia orgánica (4 % de proteína). Su color depende de la presencia de un pigmento compuesto por ovoporfirinas, ligado a la raza de la gallina (este no tiene incidencia en la composición química, calidad, sabor, características funcionales, ni en el grosor de la cáscara). En su superficie hay numerosos poros (entre 7.000 y 15.000) que facilitan el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior del huevo.
- **Cutícula:** capa proteica de queratina que cierra los poros, aunque permite el intercambio gaseoso (salida de CO<sub>2</sub> y de vapor de agua y entrada de O<sub>2</sub>).
- **Cámara de aire:** espacio que se forma por contracción del albumen tras la puesta del huevo y que fuerza la separación de las membranas. Aumenta con la edad del huevo, las pérdidas de CO<sub>2</sub> y de vapor de agua.
- **Yema (óvulo):** es la parte central y anaranjada del huevo. Supone de un 30 a un 33 % del peso del huevo y está constituida por múltiples capas de vitelo blanco y amarillo, un disco germinal y una membrana vitelina. Contiene las células germinales, donde se produce la fecundación y después el desarrollo embrionario. Este es posible gracias a la gran riqueza de nutrientes de la yema.
- **Clara o albumen.** supone un 60 % aproximadamente del total del peso del huevo. Se compone de 4 capas que forman el llamado “saco albuminoideo”, cuya función es proteger a la yema:
  - Capa fina interior fluida
  - Capa intermedia densa
  - Capa gruesa fluida
  - Capa fina exterior densa
- **Membranas testáceas (interna y externa):** están en la cara interna de la cáscara, y son un 3 % aproximadamente del peso del huevo. Son parte de las barreras defensivas del huevo contra la contaminación. La membrana interna es más fina que la externa.

- Chalazas. son prolongaciones como cordones o filamentos en forma de cuerda ubicadas entre la yema y ambos polos. Su función es permitir que la yema quede centrada y pueda girar sobre su eje para mantener la temperatura constante en el embrión, si el huevo hubiera sido fecundado. Son de color transparente-blanquecino. Cuanto más prominentes son las chalazas, más fresco es el huevo.

## Composición físico-química

### Clara

Es un coloide casi puro de proteínas que posee un pH de 9,4. Contiene enzimas, inhibidores o anticuerpos (biológicamente activos). La función principal de la clara en la naturaleza es proteger al embrión contra la contaminación microbiana. Dentro de las proteínas las más abundantes son:

- Ovoalbúmina: es la proteína principal de la clara y se encuentra en un porcentaje del 54 %. Es una proteína fibrosa y posee buenas propiedades gelificantes y espumantes. Coagula de 72 a 80 °C. Es muy sensible a la desnaturalización superficial lo que le permite estabilizar las espumas formadas en frío.
- Conalbúmina: también se la llama ovotransferrina y es la segunda proteína en orden de importancia. Se encuentra en un 13 % y es una glicoproteína antibacteriana. Tiene la particularidad de ligar el hierro y otros iones metálicos como aluminio, cobre y zinc. Se considera que es una barrera antibacteriana contra los microorganismos que requieren hierro para su desarrollo. Se desnaturaliza entre los 57 a 65 °C.
- Ovomucoide: se presenta en un 11 %. Es una proteína que contiene un 20 % de carbohidratos e inhibe la actividad proteolítica de la tripsina (factor antitripsico). Cuando la clara está completamente coagulada se desnaturaliza este factor.
- Ovoglobulina G2 y G3: se encuentra en un porcentaje del 8 % y tiene buena propiedad espumante.
- Ovomucina: presente en un 1,5 % es una glucoproteína rica en ácido siálico. Al igual que el ovomucoide es una proteína termorresistente, sensible a la desnaturalización superficial. Contribuye a la desnaturalización de las espumas en frío.
- Lisozima: se encuentra en un 3,5 % y es una ovoglobulina. Es una enzima que provoca la lisis o ruptura de los polímeros de carbohidratos presentes en la pared celular bacteriana, por eso es bactericida. Su actividad disminuye a medida que el huevo envejece, debido a que es muy sensible a los cambios de pH.
- Avidina: presente en muy baja proporción, 0,05 %. Tiene la propiedad de fijar y sintetizar a la biotina, o sea, que indirectamente tiene acción antimicrobiana al restar este principio a las bacterias que lo necesitan. Es muy sensible a la desnaturalización térmica.
- Ovoinhividor: presente en muy baja proporción (0,1 %). Actúa como inhibidor de la tripsina, quimiotripsina y enzimas microbianas.

- Flavoproteínas: presente en un 0,8 %. Su función es fijar la riboflavina y favorecer el transporte de coenzima desde el suero sanguíneo al huevo.

En cuanto a minerales presentes en la clara, los más destacados son sodio, potasio y magnesio. Es pobre en vitaminas, tiene vestigios de riboflavina y niacina.

El pH de la clara es de 7,6 a 8,5 si el huevo está fresco y puede alcanzar los 9,7 en un huevo envejecido.

## Yema

Está recubierta por la membrana vitelina que es de naturaleza proteica. Su color se debe a la presencia de pigmentos carotenoides, especialmente el contenido de xantofila proveniente de la alimentación de las gallinas.

La yema es más rica en grasas que en proteínas. Es una emulsión de grasa en agua. Su contenido lipídico está formado por triglicéridos (66 %), fosfolípidos (28 %) principalmente lecitinas y colesterol (6 %). Ambos lípidos (triglicéridos y fosfolípidos) contienen alrededor de 50 % de ácidos grasos monoinsaturados como el ácido oleico en primer lugar, siguiéndole el palmítico y el linoleico.

En la yema se encuentran en suspensión partículas de distinto tamaño que se pueden agrupar en:

- Gotitas: formadas principalmente por lípidos de membrana proteica, parecidos a los glóbulos grasos. Son proteínas de baja densidad (LDL).
- Gránulos: más pequeños que los anteriores, compuestos generalmente de proteínas (70 % lipovitelininas, 16 % de fosfovítina y 12 % de lipoproteínas de baja densidad. También contienen lípidos y minerales.

Las proteínas de los gránulos son:

- Lipovitelinina (HDL, lipoproteínas de alta densidad): se encuentran en la yema formando un complejo lipoproteico de alta densidad (17-18 %).
- Fosfovítina: es una glicofosfoproteína muy rica en ácido fosfórico ligado a la serina (6 %). Constituye una reserva de fósforo y de hierro para el embrión.
- Livitina: proteínas globulares solubles del plasma derivadas de las proteínas plasmáticas de la gallina.
- Lipovitelina (LDL, lipoproteínas de baja densidad). Su contenido en lípidos es muy elevado, entre 84 y 89 % de su peso).

En cuanto a los minerales, la yema posee fósforo, hierro, calcio, potasio y zinc. Entre las vitaminas se destacan la A, D, E y el ácido fólico, B1, B2, B6 y B12.

Contiene colina que es un nutriente esencial para el normal funcionamiento de las membranas celulares, interviene en el metabolismo de la grasa y el colesterol, facilita la comunicación intercelular y participa en la creación de los neurotransmisores responsables de los centros de la memoria.

Además, contiene dos carotenoides: luteína y zeaxantina (xantófilas), que podrían tener participación en la disminución o prevención de la ceguera en los adultos mayores.

## Edad del huevo

Para saber si un huevo es fresco, debemos tener en cuenta ciertos factores:

- La clara debe ser gruesa y mantener su forma luego de la rotura de la cáscara.
- Las chalazas deben mantener centrada a la yema.
- La yema debe ser firme, alta y estar ubicada en el medio del huevo.
- La cámara de aire en el polo del huevo tiene que ser pequeña, menor de 5 mm.
- El huevo entero, crudo y fresco, si se sumerge en agua salada en una concentración de 2 % de sal, se hunde.

Mientras que un huevo viejo presenta:

- La clara acuosa ya que se ha producido la ruptura de la ovomucina. Esto se da porque se pierde dióxido de carbono, aumenta el pH, sobre todo de la clara, pudiendo llegar hasta 9, se rompe la estructura de gel de la capa gruesa de la misma, perdiendo espesor, fluidez y volviéndose más delgada. Esto permite que se rompa el complejo electrostático entre la lisozima y la ovomucina y se produce el adelgazamiento.
- La membrana vitelina está debilitada por lo que parte del agua de la clara penetra en la yema aumentando su volumen.
- La yema no está centrada y se encuentra aplanada.
- La cámara de aire aumentada, dado por el hecho de que, al ser porosa la cáscara, hay intercambio con el exterior; cesión de vapor de agua a través de los poros, lo que disminuye la densidad e ingresa aire modificando el espesor de la cámara de aire.

Como método de evaluación objetiva para medir la calidad del huevo puede utilizarse el ovoscopio, que es un instrumento que consta de una luz con la que se atraviesa el huevo entero (transiluminación) lo que permite ver su estructura interna. Se puede ver la cámara de aire, el tamaño y la sombra de la yema, su movilidad, la presencia o no del germen, el aspecto y la firmeza de la clara.

## Condiciones adecuadas de conservación

Para una mejor refrigeración se recomienda almacenarlos en la heladera en un recipiente con tapa, exclusivo para huevos, tal cual los sacamos del maple, es decir se almacenan sucios y se lavan solo antes de usar.

El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) indica que pueden guardarse a temperatura ambiente, o bien en la puerta de la heladera en el estante que está preparado para tal fin, (aunque sabemos que es la zona con temperatura más elevada de la heladera), se recomienda guardarlos dentro de la misma para una mejor refrigeración, evitando los cambios de temperatura.

### Refrigeración

A baja temperatura, alrededor de 1 °C y con una humedad relativa del 85 - 90 %, se pueden conservar hasta 6 meses.

### Congelación

Puede ser tanto para el huevo fraccionado como entero, siempre y cuando esté previamente pasteurizado a temperaturas entre -12 y -15 °C. Aquí la clara no sufre prácticamente modificaciones, salvo un leve descenso de la viscosidad; y la yema sufre un aumento de su consistencia tornándose gelatinosa.

### Deshidratación

Se utiliza tanto para el huevo entero, la clara o la yema. Hay algunas operaciones previas, como la extracción de glucosa, para evitar que los grupos amínicos puedan generar modificaciones en aroma y sabor. Luego se procede a la pasteurización y a la desecación. El huevo entero deshidratado tiene una duración aproximada de un año a temperatura ambiente. La clara puede conservarse más tiempo mientras que la yema tiene una duración de ocho meses a temperatura ambiente y un poco más de un año refrigerada ya que pueden producirse oxidación de las grasas.

### Pasteurización

El huevo líquido se pasteuriza para eliminar los microorganismos patógenos, en especial todas las especies de Salmonella. También se inactiva la alfa amilasa de la yema que sirve de sustancia indicadora de lo adecuado de la pasteurización. Acá no se modifican las propiedades de las proteínas, en especial su capacidad espumante.

## Modificaciones físico-químicas que sufre según distintos medios de cocción

Cuando las proteínas se desnaturalizan, modifican su estructura y se presentan cambios en las propiedades químicas, físicas y biológicas. Este fenómeno recibe el nombre de coagulación. Esto puede ocurrir por la acción del calor, de fuerzas mecánicas, de la congelación, entre otras causas. Las moléculas plegadas y enrolladas de las proteínas se desdobl原因 y tienen lugar la coagulación y la formación del gel.

### Transformación por aplicación de calor

Con la aplicación de calor húmedo se producen cambios internos en el huevo entero. El aire se expande y tiende a escaparse lo que induce a la formación de grietas en la cáscara, provocando la salida de la clara. Esto se observa más en huevos viejos dado que poseen una mayor cámara de aire. Una buena práctica culinaria es el agregado de sal o ácido en el agua de cocción que coagula la proteína en la grieta evitando la salida de la clara hacia afuera. Las albúminas, como cualquier otra proteína, son cadenas largas de aminoácidos enrollados, de forma esférica y compacta. Cada molécula está rodeada de una capa acuosa cargada eléctricamente. El calor, los ácidos y la sal eliminan la carga eléctrica y entonces comienzan a desenrollarse, uniéndose entre sí. De un líquido se transforman en un sólido compacto y este es un proceso irreversible. Cuando se lleva a ebullición prolongada a los huevos se rompen los puentes hidrógeno que unen a las proteínas, el agua se evapora y las proteínas se unen formando una masa gomosa. La sal y el vinagre aceleran la unión de las proteínas. Durante la cocción se desprenden moléculas de agua, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico debido a la coagulación de las proteínas. Es un proceso de policondensación donde el sulfuro de hidrógeno tiene el olor del huevo en descomposición. Cuando un huevo duro se enfría, el sulfuro de hidrógeno gaseoso reacciona en la superficie de la yema con el hierro (Fe) y se forma sulfuro de hierro que es de color negro, dando un color verde en la superficie de la yema. En este caso se deberá enfriar rápidamente así el calor se elimina y no tiene la energía para producirse la reacción.

### Métodos de cocción

Las modificaciones que se producen en la clara y la yema dependen de la temperatura de cocción. El calor en el huevo entero se transmite de afuera hacia adentro, por lo tanto, si la clara no coaguló significa que la yema no superó la temperatura de muerte térmica de la *Salmonella*. Para que la yema coagule es necesario llegar de 78 a 80 °C y debe antes coagularse completamente la clara.

Los huevos cocidos se clasifican según la intensidad y el tipo de aplicación de calor.

**Calor húmedo**

- Huevos pasados por agua: La clara tendrá la consistencia de una jalea suave y temblorosa mientras que la yema la de un líquido espeso. Su tiempo de cocción es de 3 a 5 minutos desde el punto de ebullición del agua.
- Huevos mollette: La clara es un gel suave y la yema es pálida en la periferia y líquida espesa en el interior. Requiere un tiempo de cocción de 8 minutos a 100 °C.
- Huevos duros: Aquí la clara se convierte en un gel suave y opaco, mientras que la yema será pálida y desmenuzable más que pastosa. Su tiempo de cocción es de 8 a 12 minutos apartir de la ebullición del agua.
- Huevo escalfado o poché: El huevo se rompe sobre agua caliente en un volumen suficiente que le permite sumergirse y aproximadamente a 90 °C. No se utiliza el agua en ebullición a fin de evitar la ruptura de la clara. Se obtiene una coagulación pareja y gelatinosa donde la yema semilíquida queda cubierta con una capa gruesa de clara. Se cocina con el recipiente tapado para asegurar la temperatura óptima.

**Calor seco**

- Huevo frito: la clara se hace espesa y compacta mientras que la yema no debe romperse y quedar cubierta con una capa de clara fina coagulada.
- Huevo revuelto: Es la mezcla de la clara y yema con o sin agregado de leche o crema. A partir de aplicarle el calor se coagula la proteína y debe mezclarse lentamente desde los bordes y desde el fondo para que no se sobrecoagule. Si se excede la temperatura se produce un producto duro y seco. Debe quedar húmedo (no acuoso), suave y esponjoso. El *omelette* que se logra a partir del huevo batido es una variación del huevo revuelto donde se forma un coágulo blanco y flexible.

**Aplicación de procedimientos mecánicos****Espuma de clara de huevo**

La clara de huevo por ser un coloide casi puro de proteínas tiene la capacidad de formar espumas estables. A través de los procedimientos mecánicos, como por ejemplo el batido, se le incorpora el aire. Hay distintas etapas en la formación de espumas: 1) Al comenzar el batido el aire es retenido en forma de burbuja por la proteína de la clara desnaturalizada, que ha formado una película. La clara aquí es fluida, transparente y poco espumosa. 2) A medida que el aire se incorpora a la clara de huevo, la masa se hace más espumosa y la capa de líquido alrededor de las burbujas se hace más fina. El resultado es que la clara de huevo se espesa a medida que se bate y se hace más blanca, llegando a ser dura y formando picos firmes. Este endurecimiento gradual de la espuma se atribuye a la desnaturalización de las proteínas superficiales. 3) Si se continúa batiendo se obtiene una espuma blanda, firme y rígida, estado que se llama “punto nieve”. Este es el punto que se utiliza en la mayor parte de las preparaciones y es el momento indicado para mezclarla con los demás ingredientes. Una vez que las claras se han batido deben

utilizarse inmediatamente, de lo contrario se desmoronan. 4) Si continuamos batiendo generamos un sobrebatido que produce una espuma dura, seca, opaca y de apariencia coagulada, llamada “punto seco”. Las paredes de las burbujas pierden elasticidad y cuando el producto se lleva a cocción su volumen está disminuido. Las proteínas en esta espuma batida de más se comportan como si hubiera sido cocida, el líquido escurre y las burbujas coalescen.

Hay diferentes factores que influyen en el batido de las claras de huevo determinando la calidad de la espuma a obtener:

- Tiempo de batido: la estabilidad de las espumas varía con el tiempo de batido. En primera instancia aumentará el volumen, aunque si este se prolonga demasiado, disminuirá. Estos cambios se relacionan con la cantidad de clara coagulada en la interfase huevo-aire. La estabilidad máxima se alcanza antes que el volumen máximo. Las claras en polvo (deshidratada y reconstituída) necesitan mayor tiempo de batido porque con el tratamiento térmico al que fue sometida disminuye su capacidad espumante. Se requiere estabilizar la espuma regulándola a pH 7.
- Tipo de batidor: este condiciona la velocidad y el volumen de la espuma. Las manuales son menos efectivas que las eléctricas y las gemelas producen menos volumen que las de un aro. Por su parte las cuchillas mezcladoras cortan en vez de incorporar aire.
- Temperatura: las claras se baten mejor a temperatura ambiente (21 °C). Esto puede deberse a que la tensión superficial es menor cuanto mayor es la temperatura. A 30 °C se producen espumas con mayor volumen, pero menos estables. Una clara refrigerada es más viscosa por lo que necesita un batido más prolongado o puede tener menor volumen que una batida a temperatura ambiente.
- pH: el pH de la clara sufre modificaciones durante su almacenamiento volviéndose alcalino. En este caso es necesario incorporar algún ácido que disminuya el pH de la clara de 9 a 7, esto es importante para la formación y estabilidad de la espuma. Se utiliza cremór tártaro (ácido tartárico) o jugo de limón, este último contiene ácido cítrico que actúa regulando el pH y ácido ascórbico como agente reductor. El descenso del pH cambia la concentración proteica en la interfase líquido-espuma. El ácido también da un color más blanco a la clara porque transforma el color verde amarillento del pigmento flavonoide a incoloro. Es preferible agregar el ácido durante la primera fase del batido. Además, otorga más estabilidad permitiendo que penetre el calor en el producto y coagulen las proteínas antes que colapsen las celdas de aire.
- Ingredientes adicionales que intervienen en la estabilidad de la espuma:
  - Agua: la dilución de las claras con agua hasta un 40 % de su volumen, aumenta el volumen de la espuma en una proporción equivalente al volumen de un huevo. En el caso de tortas esponjadas le da suavidad al producto; pero en el caso de los merengues, aumenta el drenado.
  - Lípidos: la presencia de grasa, aunque sean vestigios de yema, interfiere en la formación de espuma y reduce el volumen. Esto se debe a que la superficie de los lípidos es más activa que la de las proteínas por lo tanto se adsorben en la interfase aire-agua compitiendo con las proteínas e inhibiendo su adsorción durante la formación de espuma. La

película de lípidos no es cohesiva ni viscoelástica, por lo tanto, no puede resistir la presión interna de las burbujas de aire; éstas se expanden y colapsan el batido.

- Sal: se utiliza para darle sabor por ejemplo en los soufflés, pero la adición del cloruro de sodio a la clara disminuye la estabilidad y el volumen de la espuma especialmente con la aplicación de calor. Por lo tanto, se aconseja adicionarla al final del batido y en pequeña cantidad.
- Azúcar: con el agregado de azúcar a las claras se aumenta el tiempo de batido porque interfiere en la red proteica aumentando la viscosidad global. La espuma es más estable y se puede esparcir sin perder elasticidad y sin romper las celdas de aire. El azúcar puede disminuir el volumen y si se añade antes del batido retrasa la desnaturalización de la albúmina por eso el tiempo de batido aumenta. Si por el contrario se agrega al final no se disuelve sin tener acción estabilizante. Lo ideal es agregarla después del primer tiempo de batido (etapa 2) para solubilizar y ayudar a la estabilidad sin aumentar el tiempo de batido. La espuma batida con azúcar tiene más brillo ya que esta impide la coagulación de las proteínas que puede provocar opacidad.

### **Espuma de yema de huevo**

Las yemas requieren más batido que las claras. Su color es más tenue y se espesan a medida que se incorpora aire. Pero las proteínas por su baja concentración y la interferencia de las grasas no producen espuma estable.

## **Propiedades funcionales**

El huevo es un alimento muy versátil por la gran variedad de usos que se le puede dar. Los mismos se agrupan de acuerdo a sus propiedades funcionales (ver Tabla 19.1).

De estas propiedades destacamos tres:

- Poder emulsionante de la yema: esta dado por el poder tensoactivo de la yema debido a su contenido de fosfolípidos, en especial lecitinas en forma de complejos lipoproteicos y de colesterol; y además por la viscosidad de la yema que estabiliza las emulsiones (ver Capítulo 5). Esta propiedad es la que permite que liguen la salsa mayonesa y los helados.
- Poder espumante de la clara: la espuma de la clara de huevo es una dispersión coloidal formada por burbujas de aire dispersas en la fase continua líquida. Las espumas se utilizan para esponjar ciertos alimentos, preparaciones o productos de pastelería, como son los merengues, algunas tortas, soufflés, mousses, etc. Las propiedades de la textura de la espuma son únicas debido a la dispersión de numerosas burbujas de aire pequeñas y a la formación de una película delgada en la interfase líquido-gas que se llama lamela. Como consecuencia del aumento de esta interfase se produce la desnaturalización y agregación proteica debido a la deshidratación y estiramiento de la clara durante el batido. La clara de huevo se puede batir hasta formar una espuma fina con pequeñas celdas de aire gracias a

la presencia de las globulinas, ovomucina y conalbúmina. Las globulinas aumentan la viscosidad y disminuyen la tensión superficial, sobretodo al comienzo del batido. La ovomucina forma una película de material insoluble en torno a las burbujas de aire, que estabiliza la espuma. Un batido excesivo puede ser perjudicial debido a que se produce demasiada desnaturalización de la ovomucina lo que hace que las películas proteicas se hagan finas y pierdan elasticidad. Esta elasticidad es necesaria, sobre todo en las espumas que se llevan al horno, para que el aire pueda expandirse sin romper las paredes de las burbujas antes de que la ovoalbúmina coagule por calor, lo que le da estabilidad a la espuma. La lisozima influye en la capacidad de formación de la espuma por el batido mientras que la ovomucina es responsable de su estabilidad.

- Poder coagulante del huevo entero: las proteínas coagulan por acción de agentes físicos, como la temperatura. El tiempo de coagulación depende del calor que se utilice. En general las proteínas de la clara son más sensibles a la coagulación que las proteínas de la yema. Los huevos se cocinan por varias razones, entre ellas están:
  - inducir a una desnaturalización proteica, logrando así la biodisponibilidad de aminoácidos, produciendo una mejor absorción de los nutrientes y mejor digestión.
  - garantizar la inocuidad microbiológica, destruyendo microorganismos patógenos.
  - romper el complejo avidina-biotina y destruir inhibidores de la tripsina que hacen inaprovechable el huevo.
  - mejorar aspectos sensoriales.

**Tabla 19.1.** *Propiedades tecnofuncionales de los ovoproductos requeridas por la industria.*

Propiedad	Descripción	Componente responsable	Aplicaciones
Acabado brillante	Un baño de huevo da a la superficie un acabado brillante. Se usa en panadería para mejorar la apariencia externa.	Yema	Facturas, galletas, glaseados
Adhesiva	Adhiere ingredientes como semillas y granos a diversos productos.	Yema	Barritas dietéticas, variedades de pan, aperitivos
Aglutinante	Las proteínas de la clara dan estructura y ligan todos los componentes del alimento entre ellos.	Lipoproteínas, otras proteínas	Aperitivos, productos cárnicos, embutidos

Aromatizante	Aporta y realza algunos aromas; además incorpora el aroma del huevo.	Yema	Natilla, golosinas
Clarificante	La clara del huevo inhibe el pardeamiento enzimático y evita la turbidez en bebidas.	Proteínas de la clara	Vimos, zumos
Coagulante y gelificante	Las proteínas de la clara y de la yema cambian del estado líquido al gelatinoso.	Lipoproteínas	Tartas y glaseados, flanes, budines, natillas
Colorante	Los pigmentos de la yema contribuyen al color anaranjado de muchos alimentos.	Xantófilas	Panadería, pastas, flan y natillas
Emulsionante	Los fosfolípidos y las lipoproteínas son agentes tensoactivos que estabilizan las emulsiones aceite/agua.	Lecitinas, lipoproteínas	Aderezos para ensaladas, salsas
Espesante	Espesa salsas y da cuerpo, mejorando el producto.	Globulinas, lisozima, ovomucina	Salsas y recubrimientos, alimentos preparados
Espumante	Las proteínas de la clara forman espuma, consiguiendo productos más aireados y ligeros.	Lisozima, ovoalbúmina	Merengues, mousses, soufflés y productos horneados
Mejora la palatabilidad	Da cuerpo y solidez sustancial a los alimentos.	Proteínas diversas	Variedades de panes, dulces y budines
Mejora la textura	Mantiene firme la textura de los alimentos y mejora las masas esponjosas.	Proteínas diversas	Panes, alimentos ligeros
Rebozado	Protege el aroma y el sabor.		Alimentos fritos

*Nota.* Fuente: elaboración propia. Adaptado de Instituto del huevo <https://www.institutohuevo.com>

## Funciones del huevo dentro de un sistema alimentario

A continuación veremos las aplicaciones del huevo en cocina y su integración con otros alimentos formando parte de un sistema alimentario.

### Con yema

El ejemplo típico es el de las cremas como la inglesa, sambayón y pastelera que se realizan mezclando las yemas de huevo con azúcar a lo que se le incorporan otros ingredientes.

### Con clara de huevo

#### Merengues

Las espumas estabilizadas con azúcar se denominan merengues y existen de dos tipos: blandos o duros. Dentro de los blandos está el italiano. Se diferencian por la cantidad de azúcar que se agrega por clara y por el método de cocción.

#### Glacé real

Es una pasta que se elabora con las claras batidas a nieve y azúcar impalpable. Se obtiene una masa plástica que se utiliza para decorar tortas.

#### Soufflé

Con claras batidas a nieve, pero sin azúcar. Es una preparación liviana y esponjosa que se sirve apenas se saca del horno y en el mismo recipiente en que se cocinó ya que debe consumirse enseguida porque de lo contrario baja rápidamente su volumen. Se puede aplicar a vegetales de distintos tipos, carnes, quesos, jamón, etc. La cocción se realiza en horno caliente directo, en donde se produce la expansión del aire incorporado con el batido, esto hace que aumente su volumen casi al doble. Son muy frágiles y la apertura del horno al dejar entrar aire frío puede hacer que se desmoronen. Su temperatura de cocción es importante. Se realiza en horno moderado a 180 °C para que el calor coagule las proteínas permitiendo que estas ayuden a proporcionar estructura al soufflé.

### Con huevo entero

#### Flan

Los ingredientes son azúcar, huevos y leche. La leche se lleva generalmente a 85 °C para que precipiten las proteínas del suero y evitar que interfieran en la formación del coágulo. La cocción se realiza en horno moderado (180 °C) y a baño María con el agua entre 85 y 90 °C. en un recipiente acaramelado. El caramelo en el fondo del recipiente permite mejor la distribución del calor y actúa como aislante térmico. Hay que controlar la temperatura del horno para

que el agua del baño María no llegue a ebullición y se produzca la sinéresis -el gel se contrae, se rompe y produce la expulsión del suero acuoso debido a que las proteínas no pueden retener todo el líquido- formando un flan con muchos agujeros. Un flan horneado está listo cuando no ensucia un cuchillo insertado en su centro o si inclinándolo la leche del centro no fluye. Un flan horneado se considera de alta calidad cuando es un gel compacto, coagulado uniformemente y sin porosidad.

### **Tortilla**

Aquí el huevo tiene una función coagulante. Se le puede dar forma redonda, a la española; o semejante a una empanada llamada *omelette* o tortilla a la francesa.

## **Referencias**

- Garda, M. R. (2016). *Técnicas del manejo de los alimentos*. Capítulo 10: Huevo. Editorial Eudeba.
- Gil, Á. (2017). *Tratado de Nutrición Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Capítulo 5. España: Editorial Médica Panamericana.
- Koppmann, M. (2011). *Manual de Gastronomía Molecular: El encuentro entre la ciencia y la cocina*. Primera parte. Capítulo 1. Editorial Siglo XXI.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 9: Huevo. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

# CAPÍTULO 20

## Carnes

*Leticia Barcellini*

### Definición

Según el Código Alimentario Argentino, con la denominación genérica de **carnes** “se entiende a la parte comestible de los músculos de bovinos, ovinos, porcinos y caprinos declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial antes y después de la faena y, por extensión, a la de animales de corral (aves), caza, peces, crustáceos y moluscos”.

Se considera “carne fresca” a aquella que proviene del faenamiento de animales y que luego de oreada no ha sufrido ninguna modificación esencial en sus características principales.

Un “corte de carne” es aquella sección del animal que, poseyendo una denominación local, se caracteriza por tener fibras musculares semejantes.

### Composición química

La porción comestible de los animales, está formada por los músculos del mismo que son tejidos por lo general magros, compuestos por:

- Agua (70-75 %)
- Proteínas (18-20 %) -estas explican el valor nutricional de la carne-
- Lípidos (5-15 %)
- Otros componentes minoritarios como: azúcares, aminoácidos, minerales (Fe, K, P, Mg, Na, Ca).

Aunque en poca cantidad, algunos componentes tienen gran importancia en las propiedades sensoriales, como el tejido conectivo para ternura o el pigmento sobre el color.

### Estructura

Los músculos están formados por conjuntos de **fibras musculares** que son grandes células, que a su vez se encuentran llenas de miofibrillas de menor tamaño. Éstas últimas son complejos de cadenas largas de actina y miosina, las proteínas responsables de la contracción muscular.

Se encuentran englobadas en un citoplasma llamado sarcoplasma que contiene núcleos, mitocondrias, enzimas glucolíticas, glucógeno, ATP y mioglobina -la cual es la principal responsable del color de las carnes-.

Las fibras son estructuras alargadas y finas, recubiertas por el sarcolema, que es una membrana transparente.

A lo largo de las fibras musculares se encuentran bandas oscuras y claras alternadamente. Esto responde a la forma en que están distribuidas las fibrillas y a sus subunidades que se llaman miofilamentos (gruesos y finos). Los filamentos gruesos están formados principalmente de miosina, y los finos por actina. Estrechamente asociados a los filamentos delgados, se encuentran las proteínas reguladoras: tropomiosina y troponina. Todo este conjunto corresponde a la unidad funcional del músculo, denominada sarcómero.

**Tabla 20.1.** Distribución proteica en la estructura de la carne.

PROTEÍNAS	PORCENTAJE	COMPOSICIÓN	CARACTERÍSTICAS
SARCOPLASMA	30 A 35%	MIOGLOBINA: 5% ENZIMAS	GRAN AFINIDAD CON EL AGUA. INTRACELULARES. ACTIVIDAD BIOLÓGICA.
MIOFIBRILLAS	50 A 55%	MIOSINA: 50% ACTINA: 20% TROPOMIOSINA Y TROPONINA: 15%	POCO DISPERSABLES. INTRACELULARES. PROPIEDADES CONTRÁCTILES.
TEJIDO CONECTIVO	15 A 20%	COLÁGENO: 50% ELASTINA: 10%	DISPERSABLE CON CALOR. FORMA GEL. NO DISPERSABLES.

Nota. Fuente: elaboración propia en base a segmento de Medin, R., & Medin, S. P. (2011).

Alimentos: Introducción técnica y seguridad. Capítulo 10.

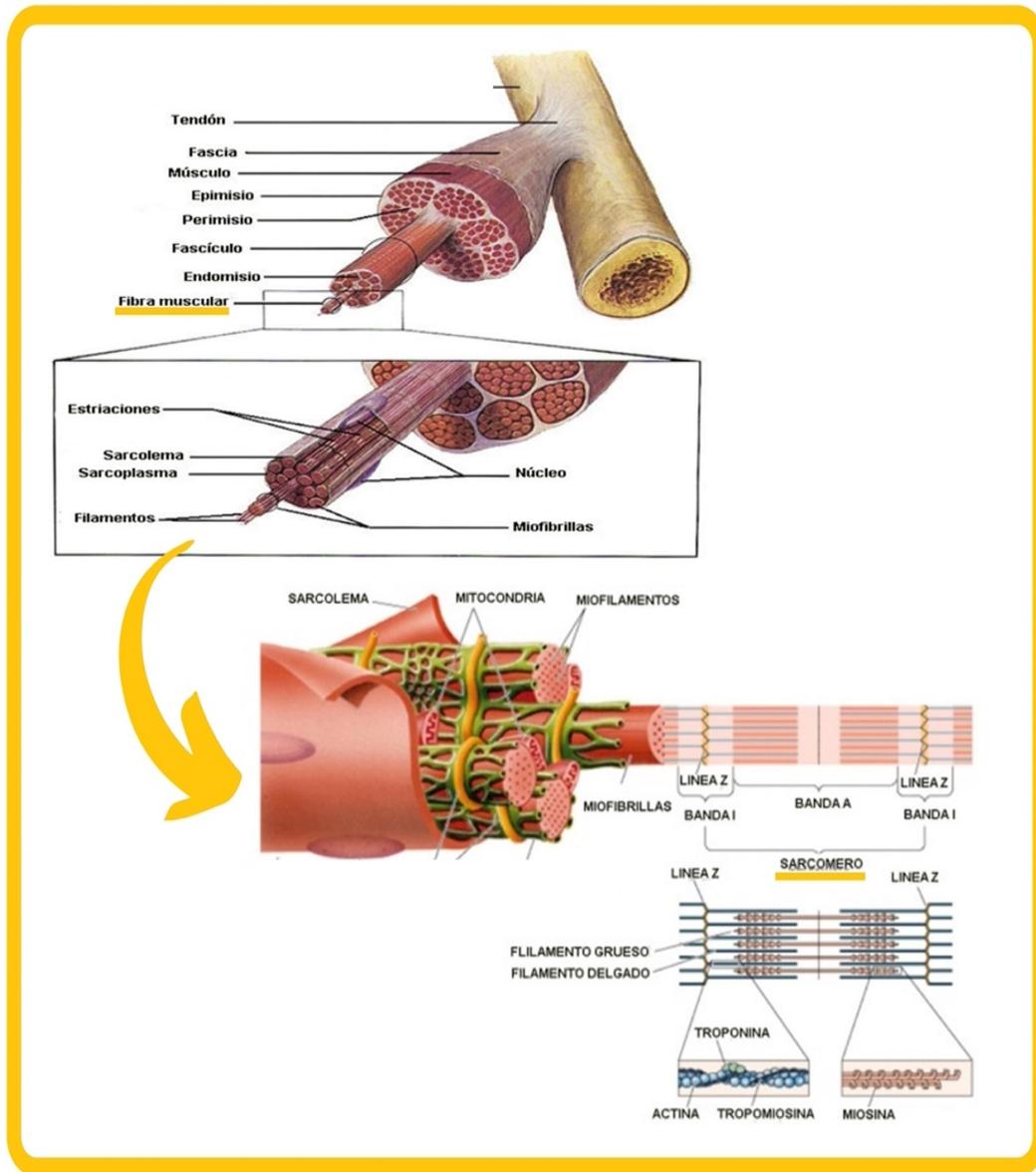
El **tejido conectivo** tiene la función de sostén o anclaje a las estructuras óseas, tanto de las fibras musculares como de la grasa de la carne. Rodeando las fibras musculares individuales se encuentra el endomisio, que es una capa delgada de tejido conectivo, el cual se compone de las proteínas colágeno y elastina.

El colágeno tiene aspecto blanco y perlado. Sus proteínas tienen una estructura de triple hélice. En animales envejecidos aumentan las uniones covalentes transversales, lo cual resulta en la masticación una mayor consistencia- rigidez y resistencia-. El calentamiento en un medio húmedo dispersa el colágeno puro, dando como resultado al enfriamiento de un líquido gelatinoso. El colágeno también lo podemos encontrar formando parte de tendones, en los huesos y en la dentina.

La elastina es abundante en las paredes arteriales y ligamentos vertebrales. Su color es amarillo y su estructura es filamentososa en disposición de ovillo. Durante la cocción se hincha y estira, pero no se dispersa en el medio; sí puede ser modificada por procedimientos mecánicos (golpes, cortes). Además, es muy resistente a la acción de enzimas gástricas.

El **tejido graso** de la carne se encuentra depositado sobre y alrededor del tejido conectivo y también, entre las fibras musculares como células adiposas. La edad, la alimentación y la actividad muscular que el animal haya realizado influye en la cantidad de grasa. Los ácidos grasos de la carne de mayor a menor concentración son: ácido palmítico, ácido esteárico y ácido mirístico. Luego se encuentran dentro de los monoinsaturados el ácido oleico, ácido palmitoleico y por último los poliinsaturados ácido linoleico, linolénico y araquidónico.

**Imagen 20.1. Anatomía de la fibra muscular.**



*Nota. Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 20.2.** Composición química promedio de diferentes carnes.

TIPO DE CARNE	AGUA	PROTEÍNAS	GRASA	HIERRO (mg)
VACUNO MAGRO	74	21	3	3,18
CERDO	60,7	19,9	18,9	1,39
POLLO	80	16,3	2,5	5,04
CORDERO	77	18,7	2,7	1,69

Nota. Fuente: elaboración propia según datos de Universidad Nacional de Luján. Tablas de composición química de los alimentos. Año 2010. Recuperado de: <http://www.unlu.edu.ar/~argenfood/Tablas/Tabla.htm>

## Modificaciones *post mortem*

Se considera **rigidez cadavérica o rigor mortis** a los fenómenos físico-químicos que tienen lugar en la miofibrilla muscular al momento de la muerte del animal, que le otorgan una dureza y rigidez particular.

En ese momento finaliza el transporte del oxígeno a los músculos por medio de la circulación, por lo que se interrumpe la oxidación de los azúcares, es decir, ya no se regenera el ATP. Las membranas celulares pierden la capacidad de retener calcio, aumentando en las miofibrillas. El pH baja de 7 a 5,4 aproximadamente, por acción de la glucólisis anaeróbica con producción de ácido láctico a partir del glucógeno. Los entrecruzamientos entre la actina y la miosina se hacen irreversibles.

Cuando la carne en su período de rigidez se lleva a cocción resulta dura y poco jugosa dado que la mayor parte de las proteínas están en estado de contracción y tienden a llegar a su punto isoeléctrico, cercano a un pH de 5,5 y por lo tanto tienen una mínima capacidad de hidratación.

Los procesos que se producen en la rigidez cadavérica, dependen del estado nutricional del animal en el momento de la muerte y de la temperatura de almacenamiento (a menor temperatura, mayor tiempo). La reserva de glucógeno, acumulada por la alimentación, debe ser suficiente. Si ésta es poca, después de la muerte, hay un rápido descenso del contenido en ATP del músculo. La cantidad de glucógeno muscular dependerá de la especie, raza del animal, alimentación y estado de estrés.

El tiempo del proceso de *rigor mortis* varía según el tipo de animal: en los vacunos es entre las 6 y las 12 horas a una temperatura de 14 a 19 °C. Es relativamente más lento respecto del porcino (3 horas), el pollo (1/2 hora) y el pavo (1 hora).

Se puede considerar que el *rigor mortis* desaparece en un lapso de entre 5 a 20 horas aproximadamente. Con el aumento del pH comienza la **maduración**. En este proceso se liberan enzimas proteolíticas como respuesta a la ausencia de actividad respiratoria, se obtiene así carne más blanda y de mejor gusto.

A medida que transcurre el tiempo la dureza de la carne se atenúa. Paralelamente aumenta la posibilidad de extraer las proteínas musculares, así como la retención del agua. La maduración

es producida por las enzimas proteolíticas (catepsinas) que se liberan al disminuir el pH. Lo mismo ocurre con las proteasas pero en este caso están activadas por el calcio.

Las enzimas producen:

- Separación de la actina de la línea Z
- Rotura de los enlaces transversales entre miofibrillas
- Desaparición de la troponina y aparición de polipéptidos

No hay un límite marcado entre el fin de la rigidez cadavérica y la maduración. Esta posibilita la disminución de las pérdidas de jugos durante la cocción, lo que otorgará mayor ternura a la carne cocida.

## Propiedades de la carne

Las siguientes propiedades o cualidades en la carne cruda determinan directamente las características de la carne cocida.

### Consistencia

Se puede describir como la facilidad de morder y masticar la carne. La ternura está principalmente determinada por la **calidad de la carne**, es decir la proporción entre los tres principales tejidos: muscular, conectivo y graso, dentro del mismo corte de carne.

El **tejido conectivo** va a influir directamente, ya que el mayor predominio de colágeno o elastina, va a dar como resultado características diferentes en la carne (mayor dureza). Las variaciones de este tipo de tejido están mediadas por diferentes factores:

- Especie de animal: se refiere a la proporción de tejido conectivo de los diferentes tipos de carnes. La vacuna tiene mayor proporción, seguida por el porcino, luego las aves y por último la de los pescados, la cual es notoriamente más frágil, incluso estando cruda.
- Sexo: la carne de animal macho tiene más cantidad de tejido conectivo que la de las hembras. La castración puede anular la diferenciación sexual, con lo que la carne de los animales castrados es menos dura que la de los no castrados.
- Edad: a mayor edad, mayor dureza. Esto se debe a la disminución de la solubilidad del colágeno con el envejecimiento del animal. En los animales jóvenes, las uniones covalentes que ligan las moléculas de tropocolágeno son lábiles y se rompen con cierta facilidad ante cambios de pH, temperaturas o agentes desnaturizantes. En cambio, en los animales viejos, estas uniones son reemplazadas por otras de mayor estabilidad, con lo que aumenta la dureza.
- Tipo de corte: esta característica es distintiva por la actividad muscular que realizan las distintas zonas del animal, cuanto mayor trabajo o movimiento efectúa el músculo, mayor es la consistencia. En vacunos, los músculos de patas y cuello son más duros que los del dorso. En las aves, son más duras las patas y muslos; y en aves voladoras, es más dura la pechuga.

El **tejido muscular** determina la consistencia por el **grado de maduración** -explicado en el apartado anterior- y, la **textura** de la carne.

La textura hace referencia al tamaño de la fibra muscular, que se aprecia por el aspecto que presenta la superficie de la carne cuando se corta transversalmente, lo que se denomina como “grano de la carne”. Cuanto más fino es el grano, menor es el grosor de los fascículos y la carne es más tierna. Esta característica tiene relación con la edad del animal, el sexo, el tipo de corte y actividad muscular que realice. Los animales más añosos, de sexo masculino -sin castrar- y cuyos cortes tengan mayor actividad muscular, tendrán granos más gruesos, por lo que tendrán mayor textura.

El **tejido adiposo** influye en la ternura por la cantidad y distribución del mismo. Cuanto mayor es la cantidad de grasa intramuscular y mayor es la sobrecarga adiposa de la célula muscular, puede mejorar la ternura aparente de la carne porque actúa como lubricante para la masticación.

### Sabor

Los determinantes del sabor de la carne son el tejido muscular y adiposo, no influyendo en esta propiedad el tejido conectivo.

El **tejido muscular** contiene sustancias nitrogenadas no proteicas, cuya cantidad es el determinante principal del sabor de las carnes. Las siguientes variables son los determinantes de las mismas:

- Especie animal: predominan en orden decreciente en bovinos, cerdos, aves y pescados.
- Sexo: mayor en machos no castrados que en hembras.
- Edad: a más edad, mayor cantidad de sustancias extractivas y mayor sabor.
- Actividad muscular: las zonas de mayor actividad muscular, tienen más sustancias extractivas; por lo tanto, mayor sabor.

El **tejido adiposo** interviene aportando sabor, sobre todo con la grasa intramuscular (ve-teado); la misma en general no puede ser extraída por algún procedimiento mecánico previo que se realice a la carne antes de la cocción. La grasa superficial se puede o no extraer, lo cual va a determinar en mayor o menor medida el aporte. El tipo de crianza del animal -campo abierto o en corrales- influye en la cantidad de grasa, así como también la alimentación.

### Color

Los principales determinantes del color de la carne son el tejido muscular y el adiposo.

Respecto del **tejido muscular** tienen su influencia los diferentes pigmentos de las carnes, tales como mioglobina, hemoglobina y miocromo; los cuales se ven determinados por:

- Especie animal: predominan en orden decreciente en bovinos, porcinos, aves y pescados.
- Edad: a mayor edad, mayor cantidad de pigmentos.
- Actividad muscular: las zonas de mayor actividad muscular, tienen un color más oscuro.

La mioglobina representa el 90 % de los pigmentos de la carne vacuna. Está constituida por una proteína (globina), y se fija al grupo prostético (hemo). El hemo, que tiene un átomo de hierro se encuentra unido por unión covalente con nitrógeno formando un anillo.

La mioglobina tiene la capacidad de unirse temporariamente y de manera reversible con el oxígeno, actuando como reserva del mismo. En el animal vivo, solo el 10 % del hierro está unido a mioglobina, mientras que, en el animal sacrificado y desangrado, el porcentaje se eleva al 95 %.

La mioglobina se puede encontrar en 3 formas:

- Desoximioglobina: color rojo purpura en las carnes recién cortadas, cuando el átomo de hierro está en estado ferroso en el hemo oxidado.
- Oximioglobina: en estado de oxigenación; es de color rojo brillante y se encuentra en la superficie de la carne fresca.
- Metamioglobina: forma oxidada, con el hierro en estado férrico, con un color oscuro-pardo.

### Jugosidad

Los jugos de la carne permiten que durante la masticación ésta pueda fragmentarse y ablandarse, contribuyendo de manera considerable con la palatabilidad del alimento.

Los principales determinantes de la jugosidad son: la proporción de agua, la cantidad de grasa intramuscular (veteado), el correcto proceso de maduración de la carne y la edad del animal.

El contenido de **agua** es el principal determinante de la sensación de jugosidad al consumir la carne, sobre todo considerando su capacidad de poder ser retenida en el músculo durante la cocción. Se retomará este tema en los próximos apartados.

La **grasa** intramuscular (o veteado) actúa incrementando la jugosidad de la carne de manera indirecta, ya que durante la cocción la grasa se funde y se dispersa en todo el músculo, actuando como una barrera para la pérdida de líquido. La carne con más veteado se encoge menos y permanece más jugosa. La grasa subcutánea también contribuye a disminuir las pérdidas de líquido de las carnes cuando se las somete a cocción por calor seco.

La **maduración** de la carne, como fue explicado anteriormente, mejora la capacidad de retener agua de las proteínas musculares; por lo que la carne que tiene un correcto proceso de maduración será más jugosa que una que no lo tiene.

La **edad** del animal es otro de los determinantes de la jugosidad, a mayor edad, más es la capacidad de retener líquido en los músculos comparando con los animales más jóvenes; por lo tanto, la carne será más jugosa.

**Tabla 20.3. Resumen de las propiedades de la carne.**

PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN
CONSISTENCIA/TERNEZA	DEPENDE DE LA CALIDAD DE LA CARNE: PROPORCIONES DE TEJIDO CONECTIVO, MUSCULAR Y ADIPOSO. DETERMINANTES: ESPECIE DE ANIMAL, SEXO, EDAD Y CORTE DE CARNE.
SABOR	DETERMINANTES: TEJIDO MUSCULAR (SUSTANCIAS NITROGENADAS) Y ADIPOSO.
COLOR	DETERMINANTES: PROPORCIÓN DE TEJIDO MUSCULAR (POR SU CONTENIDO DE MIOGLOBINA) Y ADIPOSO.
JUGOSIDAD	CONTRIBUYE A LA PALATABILIDAD PORQUE PERMITE LA FRAGMENTACIÓN Y ABLANDAMIENTO DURANTE LA MASTICACIÓN. DETERMINANTES: AGUA, GRASA INTRAMUSCULAR, MADURACIÓN Y EDAD DEL ANIMAL.

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

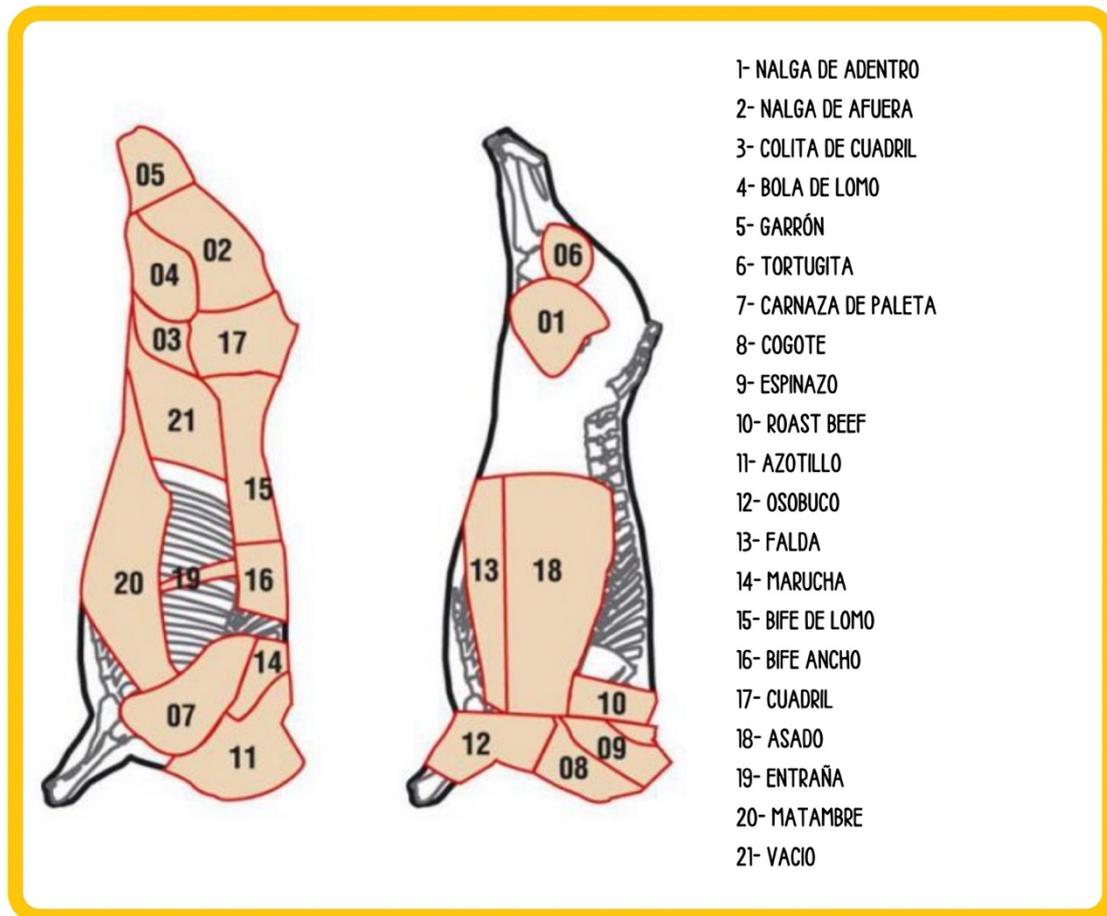
## Cortes de carne

La estructura esquelética de bovinos, ovinos, porcinos y caprinos es similar, así como las características de los diferentes cortes de carnes.

Tomando como ejemplo a los bovinos, para proceder al corte del animal faenado y oreado, se divide a través de la columna, obteniéndose dos medias reses. Luego se subdivide en cuarto trasero y delantero; y por último se dividen los cortes en la dirección de los músculos. Las piezas son de mayor y menor tamaño y reciben denominaciones comerciales generales o particulares según la zona geográfica.

Los cortes traseros se destacan por tener más terneza, en relación a los delanteros que tiene mayor actividad muscular.

**Imagen 20.2. Principales cortes de carne vacuna en Argentina.**



Nota. Fuente: elaboración propia en base a información obtenida en: <https://infoagro.com.ar/cortes-vacunos-uno-por-uno/>

## Modificaciones de la carne por cocción

La cocción de la carne es un proceso que, en nuestra cultura, es fundamental y necesario para poder ser consumida. Modifica el sabor, aspecto, estructura, mejora la terneza, permite la masticación; disminuye la carga bacteriana aumentando la seguridad higiénico-sanitaria y permite la digestión.

En la cocción se coagulan las proteínas y se produce la salida de jugo por la disminución de la capacidad de retención de agua. El colágeno gelatiniza parcialmente, lo cual genera un ablandamiento notorio, y aumenta el nitrógeno volátil, el cual se desprende de los aminoácidos de las proteínas estructurales que se desnaturalizan.

El sabor de la carne cruda es suave, dulce, salino, similar a la sangre. En la carne cocida el olor y el gusto son originados por degradación de algunos aminoácidos de las proteínas. Los compuestos originados durante la cocción son aminas, amoníaco, olor a indol, ácido sulfhídrico y ácidos alifáticos de bajo peso molecular (principalmente acético y propiónico). La carne de cerdo tiene un gusto y un olor más básico y azufrado que el de la carne vacuna.

## Cambios estructurales y de aspecto

Las carnes durante la cocción experimentan **pérdida de peso**, debido a que las temperaturas de cocción desnaturalizan las proteínas (actina-miosina) liberando el agua. Ésta se pierde, sobre todo la que se encuentra en las capas superficiales de la pieza. El agua libre dentro de la pieza será inmovilizada por el colágeno a los 80 °C. La cantidad de las pérdidas dependen del tipo de carne, su tiempo de cocción y la temperatura que se alcance. El jugo que se pierde no es sólo agua, ya que las temperaturas elevadas funden parte de la grasa superficial.

Además del peso, durante la cocción también se ve modificado el **volumen** de las fibras musculares que se contraen, tanto a lo largo como a lo ancho. La gelatinización del colágeno aumenta la capacidad de retención de agua, (utilizando el agua que se pierde por desnaturalización de la actina y miosina) y otorgándole terneza a la carne. Luego, la capacidad de retención de agua vuelve a disminuir a temperaturas mayores de 95 °C.

Durante la cocción se produce un cambio de **color** notorio de las carnes, que es debido al pardeamiento no enzimático (reacción de *Maillard*), especialmente en la superficie, y por la modificación de los pigmentos. Con respecto a esto último, la carne de vaca se ve más afectada que la de cerdo porque esta última tiene menos pigmentación. Cuando la carne se calienta, el pigmento se transforma primero en oximioglobina de color rojo brillante produciendo que la unidad proteica del pigmento se desnaturalice y la carne adopta el color café grisáceo del hemicromo de globina desnaturalizado.

El color de la pieza en la superficie varía con el tipo de cocción. Con calor seco en horno convencional, o en fritura y con temperaturas elevadas (por encima de 150 °C) la superficie se deshidrata y se produce la costra de color pardo que se debe al pardeamiento no enzimático. En los hervidos y en el microondas la temperatura de la superficie no supera los 100 °C por lo tanto no hay suficiente temperatura para que se realice esta reacción.

Si bien la reacción de *Maillard* se produce generalmente entre azúcares y proteínas. En el caso de las carnes, que tienen baja concentración de azúcar, la reacción se da por la oxidación de los lípidos a compuestos carbonílicos. Estos reaccionan como azúcares con las proteínas y también por la polimerización cruzada de las proteínas. Así se explica porque las carnes con alto contenido de grasa dan un color más oscuro -se observa en carnes picadas con alto contenido graso-.

La desnaturalización y la coagulación de las proteínas del sarcoplasma ocurren sobre un amplio rango de temperaturas desde los 40 a los 90 °C. La firmeza del tejido de la carne al calentarse se atribuye a la desnaturalización de las moléculas proteicas de las fibras musculares y a la formación de enlaces puentes de hidrógeno, hidrofóbicos y disulfuro que se produce entre las cadenas de los péptidos. Los efectos sobre el sabor producido por el cocimiento se dan a partir de la descomposición de uno o más precursores del tejido. Los cortes menos blandos y con mayor ejercicio tienen más material de extracción y por lo tanto tiene más sabor. La lactona, los compuestos que contienen azufre-sulfuros, mercaptanos y compuestos cíclicos contribuyen al sabor de la carne cocida.

El salado en la superficie de la carne puede inducir a la exudación y extracción de proteínas, resultando en la pérdida de jugos y aportando mayor dureza. Para evitar este comportamiento,

se debe salar las carnes luego del sellado de la superficie. Si se realiza una preparación donde lo que se quiere es enriquecer el caldo se salará con alto porcentaje de sal fina o sal gruesa la carne subdividida antes de la cocción y se deberá partir de agua fría para inducir la mayor extracción de jugos.

## **Cambios de las características organolépticas**

### **Jugosidad**

La pérdida de jugo es directamente proporcional a la falta de jugosidad de la carne al paladar. Esta deberá dar una sensación húmeda en los primeros movimientos masticatorios debido a la salida rápida de los jugos y una sensación sostenida debido a la grasa. La carne de buena calidad debe tener grasa intramuscular.

### **Consistencia**

La textura está relacionada con el tamaño de las fibras musculares y la cantidad de tejido que rodea a las fibras (a mayor diámetro, mayor textura y dureza), tal como fue abordado en el apartado de propiedades. La sensación de blandura se percibe de acuerdo a la facilidad con que los dientes entran en el tejido, la facilidad de desgarre y el residuo que queda luego de la masticación.

Para aumentar la blandura, además de una óptima maduración de la carne, pueden agregarse enzimas como papaína o bromelina (extraída del ananá). Se coloca en la superficie de la carne, se deja actuar y se destruye con el calor. Los pH extremos también aumentan la blandura. Como son las preparaciones marinadas (maceradas en vinagre) y el agregado de hasta 5 % de sal. En pH de entre 5 a 6 se registra menor gelatinización del colágeno, esto explica la mayor ternura de la carne con el agregado de vinagre, limón, vino o cerveza.

Las características organolépticas se van a ver directamente influidas por el tipo de modificación aplicado a la carne en función del método de cocción.

## **Métodos de cocción**

### **Calor seco**

#### **Parrilla o plancha**

Se obtiene un pardeamiento exterior muy rápido ya que las temperaturas son elevadas y se forma en la superficie una capa de proteínas coaguladas que impide la pérdida de jugos.

Por su parte, en el interior el calor se transmite por conducción. El asado al carbón o la plancha desprende el agua de evaporación mientras que al cocerlo en horno el agua no puede escapar y ablanda la costra.

La carne asada queda más uniforme cuanto más alejada está de la fuente de calor. Cuando la pieza se encuentra medio asada y la parte superior está dorada se le pone sal, se la voltea y se la asa del otro lado. En las carnes crudas la sal hace que el líquido de los tejidos vaya hacia la superficie por ósmosis y la humedad retarde el dorado en la superficie.

### **Horno convencional**

Aquí la cocción es relativamente más lenta. Las piezas chicas deben cocerse a temperaturas de entre 180 a 220 °C y en horno precalentado. Para mejorar el pardeamiento se coloca aceite en la bandeja y en la superficie de la pieza. Los cortes duros y grandes deben cocerse a temperaturas menores, de entre 150 a 180 °C y por mayor tiempo para evitar la cocción externa antes que la interna.

### **Fritura profunda**

A una temperatura de 170 a 190 °C el aceite coagula las proteínas y deshidrata la superficie. Esto minimiza la absorción de aceite al interior de la carne y le da el color dorado característico del pardeamiento.

### **Salteado**

La carne se puede cocinar también, en poca grasa, dentro de una cacerola. Aquí se preferirán los trozos chicos y se utilizarán temperaturas de entre 140 a 170 °C. En algunas preparaciones, los cortes gruesos pueden no llegar a ablandarse, aunque lleguen a 80 °C en el interior. Esto se debe a que las fibras de colágeno, en los cortes duros, deben gelatinizarse lo suficiente, producto del cocimiento, para que la carne se haga suave. El calentamiento hace que el colágeno se transforme en gel por haber relación proteína-proteína y proteína-agua. Este cambio es el que suaviza la carne y cuanto más colágeno se gelatiniza más débiles serán las fibras. El tiempo requerido para transformar el colágeno a gelatina depende de la temperatura. La gelatinización es insignificante antes de los 60 °C y es rápida a 80 °C.

### **Horno microondas**

En este medio de cocción los tiempos se acortan, pero aumenta la pérdida de humedad y el acortamiento de las fibras. Los tiempos cortos pueden no ser suficientes para la cocción adecuada, respecto de la carga bacteriana.

## Calor húmedo

Este tipo de cocción se logra con el agua en ebullición, la que por su alto calor específico y su buena transmisión (respecto del aire) permite un proceso más rápido que con el calor seco. Más aún si se llega a los 121 °C de la olla a presión. La gelatina que se forma, por el tejido conectivo de colágeno disperso en el agua, ocasiona la gelificación del caldo cuando se enfría. La pérdida de jugo es menor si se parte de agua en su punto de ebullición. Las carnes más duras pueden necesitar una cocción más prolongada.

## Cocción de la carne congelada

Los trozos delgados que se encuentren congelados se pueden cocinar directamente. Por su parte las piezas más grandes tendrán que ser descongeladas al menos parcialmente en un refrigerador o en el microondas lo que evitará el desarrollo de microorganismos en la superficie de la pieza. También el descongelado asegura que la cocción interna sea completa evitando el quemado de la superficie antes de llegar a la temperatura óptima interna.

## Efecto del calor sobre los nutrientes

Las proteínas se modifican sin perder su valor nutritivo. La cocción en agua en ebullición puede disminuir la pérdida de nutrientes al acortarse los tiempos de cocción. Particularmente en la cocción a presión la temperatura resulta ser muy alta y esto puede ser perjudicial para algunos nutrientes termolábiles.

Las vitaminas del grupo B hidrosolubles presentan una pérdida variable ya que se exudan con los jugos de las capas superficiales. La temperatura tiene baja incidencia sobre la niacina, riboflavina y vitamina A pero por el contrario la piridoxina y el ácido fólico son termolábiles ocasionándose pérdidas de aproximadamente el 40 %. Las pérdidas de minerales (cenizas) son despreciables.

## Pescado

### Clasificación

Los pescados comerciales comúnmente se clasifican en función de su procedencia (agua dulce o salada) y de su contenido graso.

**Tabla 20.4.** Clasificación de los pescados según origen y contenido graso.

	<b>MAGROS</b> (HASTA 2%)	<b>SEMIMAGROS</b> (DE 2 A 8%)	<b>GRASOS</b> (MAYOR A 8%)
<b>AGUA SALADA</b>	ANCHOA RAYA ABADEJO RÓBALO BACALAO TENCA BRÓTOLA CONGRIO CORVINA PESCADILLA ESTURIÓN PEZ PALO LENGUADO MARISCOS: MERLUZA [casi todos] MERO PEJERREY	ATÚN BESUGO BONITO CORNALITO PEJERREY LISA SARDINAS LANGOSTINOS	ARENQUE BAGRE CABALLA CAVIAR
<b>AGUA DULCE</b>	MOJARRA TRUCHA PEJERREY	CARPA TRUCHA PEJERREY DORADO SALMÓN ROSADO	ANGUILA SÁBALO SALMÓN SURUBÍ

*Nota.* Fuente: elaboración propia en base a información obtenida en Medin, R., & Medin, S. P. Alimentos: Introducción técnica y seguridad. Capítulo 10.

## Estructura y composición

Los peces constan de tres partes principales: la cabeza, el cuerpo y la cola. Se encuentran recubiertos de piel y en su mayoría de escamas, están formados por fibras musculares y tejido conectivo. Sus proteínas estructurales: actina y miosina constituyen el 70 % de las proteínas totales y tienen menos tejido conectivo que otras carnes (entre un 3 y 10 % del total de las proteínas, dependiendo de la especie). Poseen una proporción mucho mayor de colágeno que elastina, la cual gelatiniza a una menor temperatura si se compara con los mamíferos. También los peces tienen mioglobina pero distribuida en forma desigual, siendo los músculos más oscuros los de mayor concentración.

Las fibras musculares se disponen en forma longitudinal, separadas perpendicularmente por tejido conectivo. Estos segmentos se llaman miocomatas y están formados por fibras musculares, miotomos. El músculo del pez al igual que el de los mamíferos se compone de miofibrillas (envueltas en un sarcolema) que contienen actina, miosina y tropomiosina.

La porción comestible del pescado (carne) está constituida por tejido muscular, conectivo y grasa. La composición de nutrientes depende, en gran medida, de la edad, la época y la región de captura cuando se trata de una misma especie. La diferencia más significativa entre peces de distintas especies está fundamentalmente en el contenido graso. Cuanto mayor es la edad, mayor es el porcentaje de grasa y en período de desove disminuyen las proteínas y grasas

## Grasas

De acuerdo con el contenido de grasa los peces se clasifican en: magros hasta 2 %, semimagros de 2 a 8 % y grasos más de 8 % (también conocidos como azules). El contenido graso depende de la época del año, la dieta, la temperatura del agua, salinidad, especie, sexo y parte del cuerpo.

Las grasas de los pescados tienen particularidades que no se observan en otros animales. Poseen ácidos grasos de cadena larga que son ricos en polinsaturados. La mayoría son omega 3 y omega 6, siendo los más representativos: araquidónico (n6) y docosahexaenoico (n3) (más del 30 % del total). Tienen una amplia variedad de ácidos grasos, dentro de los más abundantes en forma de saturados están el palmítico (10 a 30 %) y luego el mirístico (3 a 6 %).

La musculatura del pescado es diferente que en la carne de otros animales ya que se dispone en capas de fibras más cortas (miotomos). Los miotomos están separados entre sí por láminas finas de tejido conectivo frágil. Es por este motivo que su carne es muy tierna. El pescado cocido tiene un aspecto blanco lechoso y opaco, aunque resistente a la presión. También luego de la cocción desaparece el aspecto acuoso y translúcido. Los métodos de cocción recomendados son los mismos que para el resto de las carnes, solo que debe manipularse con cuidado por la fragilidad antes descripta.

El uso de ácidos en la cocción del pescado es beneficioso porque coagula las proteínas, eliminando gustos azufrados y amoniacales. Los olores desagradables se deben a moléculas sencillas: aminas (NH<sub>2</sub>) y a los ácidos que aportan H<sup>+</sup>. Al unirse ácidos y aminas forman amoníaco que se disuelve en el agua o forman hidróxido de amonio que se evapora.

En el pescado la rigidez cadavérica y su maduración son muy rápidas entre 5 a 30 horas a 0 °C. El descenso del pH es mínimo (de pH 7 a 6,2) y dependerá de la concentración del glucógeno que varía según la resistencia del pescado en su captura.

La apariencia de un pescado fresco es húmeda, suave y brillante. Las escamas están bien adheridas y los ojos son claros, salientes y brillantes. Tiene agallas libres -sin adherirse entre sí y rojas-, intestino fácilmente separable, carne firme y olor agradable. Su peso específico es tal que se hunde en el agua y si flota posee gases internos formados por la proliferación de microorganismos.

## Carne de ave

Las aves que más habitualmente se consumen son: pollos, y gallinas y con menor frecuencia el pavo, pato y ganso; siendo todas estas consideradas aves de corral. Además se pueden consumir aves de caza como la perdiz, la martineta y el pato salvaje.

La crianza industrial de pollos ha evolucionado en estos últimos años, dado el gran incremento del consumo. Los animales que naturalmente tardaban 3 meses en desarrollarse hoy lo hacen en 50 días. Para la alimentación de las aves de criadero se utilizan alimentos balanceados que son mezclas de cereales como maíz, soja, sorgo, salvado de trigo y con el agregado de vitaminas y minerales. La composición del alimento va diferir si son gallinas ponedoras, reproductoras o

pollos que se consumen como tales; teniendo influencia el alimento en la composición de los productos (huevos o carne).

## Estructura y composición

La carne de las aves es comparable en composición y valor nutritivo a la del vacuno. El contenido de lípidos varía con la edad del animal (los jóvenes tienen menos que los adultos), el tipo de corte (la pechuga tiene menos que la pata) y la alimentación. Si ésta es a base de maíz, favorece el depósito de lípidos y acentúa el color de los mismos dado por el contenido de carotenos y xantófilas.

Los métodos de cocción para la carne de ave, son los mismos que se han trabajado para el resto de los tipos de carnes. Se priorizará los de medio acuoso para aves viejas y más duras (gallinas, pavos y gallos) que permiten mayor tiempo para suavizar la carne. Los pollos más jóvenes se pueden usar para spiedo, al horno, parrilla, salteado o preparación de supremas entre otros usos.

## Carne de cerdo

Respecto a la carne de cerdo, la composición y valor nutritivo nuevamente es comparable a las demás trabajadas. Los lípidos conforman el componente más variable y tienen la particularidad de contener ácidos grasos monoinsaturados de la serie  $\omega 9$ .

El color normal de la carne de cerdo fluctúa entre un rojo y un rosado. La uniformidad en el color es apreciable sobre todo en músculos individuales. La grasa intramuscular o marmolado es considerablemente inferior a la que hace un tiempo tenía este tipo de carne (menor al 2 % en el lomo), ya que actualmente existe mayor desarrollo de esta industria y su objetivo es mejorar la calidad del producto ofrecido al consumidor.

Desde el punto de vista de la cocción, prácticamente no tiene diferencias con las alternativas propuestas para la carne vacuna, utilizándose en general con mayor frecuencia los procedimientos por medio seco en todas sus variantes y los métodos mixtos; siendo los menos frecuentes los que implican medio de transmisión del calor a través del agua.

## Referencias

Consumo diversificado carnes. Recuperado en [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha\\_5\\_Carnes.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_5_Carnes.pdf)

Garda Rita. (2016). *Técnicas en el manejo de los alimentos*. Capítulo 11: Carnes. Editorial Eudeba.

- Gil, Á. (2017). *Tratado de Nutrición Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Capítulo 3: Carnes y derivados. España: Editorial Médica Panamericana.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 10: Carnes: vacuna, de cerdo, pescado y ave. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.

## **CUARTA PARTE**

---

### **Sistemas alimentarios complejos**

# CAPÍTULO 21

## Distintos sistemas alimentarios complejos

*Brenda Pappalardo, Ximena Barcia y Jazmín Apesteguía*

Este capítulo engloba distintos sistemas alimentarios complejos, ya sean de base vegetal, animal o bien, una combinación de ambas; a través de los cuales podemos ver representada la fusión de las características físico-químicas de los sistemas alimentarios vistos en capítulos anteriores.

Están presentados en orden alfabético: helados, salsas, sopas y subproductos lácteos.

### Helados

#### Definición

Según el Código Alimentario Argentino: “entiéndase como: los productos obtenidos por mezclado congelado de mezclas líquidas constituidas, fundamentalmente, por leche, derivados lácteos, agua y otros ingredientes consignados en este artículo, con el agregado de los aditivos autorizados por el Artículo 1075.”

#### Clasificación

Según el CAA los helados pueden clasificarse en:

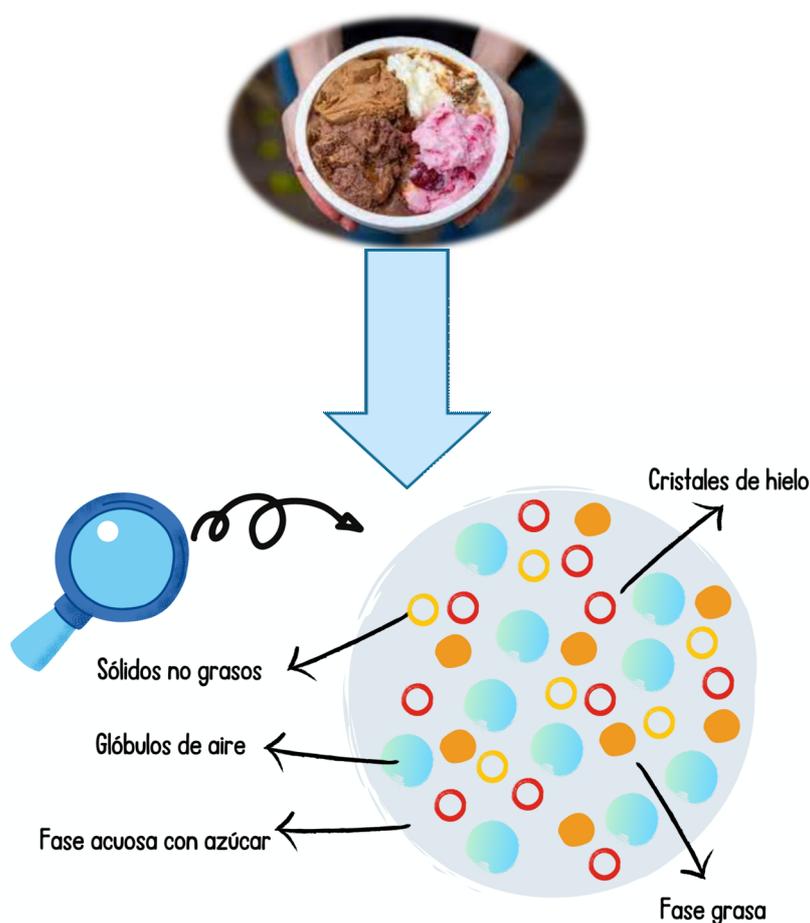
- Helados de agua o sorbete: el componente básico es el agua.
- Helados o helados de leche: han sido elaborados a base de leches.
- Cremas heladas o helados de crema: han sido elaborados a base de crema de leche.
- Helados para regímenes especiales.
- Helados de bajo contenido glucídico: ha sido modificado su contenido en glúcidos.
- Helados para celíacos: no deben contener ingredientes que incluyan proteínas de trigo, avena, cebada y centeno

## Ingredientes de los helados

Dentro de los ingredientes que componen los helados podemos distinguir agua, azúcar, leche, crema de leche, lípidos (derivados de la crema de leche, por ejemplo), sólidos lácteos no grasos, emulsionantes y estabilizantes.

Los helados a pesar de la simpleza de sus ingredientes poseen una estructura compleja, donde podemos encontrar: el azúcar en una solución saturada que constituye la fase continua, las grasas en emulsión, y, a través del batido, se incorporan burbujas de aire que dan lugar a la formación de una espuma. Por su parte el agua se encuentra ligada a algunos componentes como la sacarosa y también dispersa en forma de cristales de hielo; estos últimos otorgan la consistencia semisólida característica del helado.

**Esquema 21.1.** Estructura de una gota de Helado.



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

El **agua** es un ingrediente esencial en los helados, la cual va a estar presente como tal o formando parte de otros ingredientes como la leche, la crema o jugos de fruta. Por su parte, los cristales de hielo van a determinar la textura, con lo cual, si las dimensiones de los cristales de hielo son grandes la textura al paladar va a ser áspera y se podrán percibir; por esto es importante que los mismos sean pequeños e imperceptibles al paladar. Debemos destacar que, si incrementamos la cantidad de ingredientes sólidos (como el azúcar) disminuirá el agua libre, ya que

ésta se va a encontrar ligada a otros componentes. Estos últimos a su vez incrementan el valor nutritivo y la viscosidad.

El **azúcar** disminuye el punto criogénico del agua (punto de congelación), es por ello que los helados deben conservarse a muy bajas temperaturas. También, al encontrarse ligada al agua, va a favorecer la formación de pequeños cristales de hielo, ya que está no va a estar disponible para formar puentes de hidrógeno con otras moléculas de agua e incrementar el tamaño de los cristales. Además, podemos agregar que es necesaria la incorporación de importantes cantidades de azúcar debido a que las temperaturas extremas (en este caso bajas) disminuyen la percepción de los diferentes gustos; en los helados el dulce (ver Capítulo 8).

Las **grasas** interfieren en la formación de los cristales de hielo con lo cual regulan su tamaño. Al igual que la sacarosa, incrementan la viscosidad de la mezcla. Debido a esto, las grasas a su vez favorecen la estabilidad de las burbujas de aire incorporadas.

Entre los **sólidos lácteos no grasos** podemos encontrar a las proteínas. Estos retienen agua y ayudan a la formación y estabilidad de las burbujas de aire, con lo cual incrementan la viscosidad y limitan el tamaño de los cristales de hielo. La lactosa, por su parte, va a disminuir el punto criogénico del agua. Las proteínas al ser anfipáticas se colocan en la interfase aire-agua y favorecen de esta manera la formación de las pompas de aire incrementando su estabilidad.

Los **emulsionantes** ayudan a mantener en suspensión la fase grasa, evitando la coalescencia. Uno de los más utilizados es el monodiglicérido de ácidos grasos.

Por su parte los **estabilizantes**, al interactuar con el agua, incrementan la viscosidad del medio. Al suceder esto previenen la coalescencia de las gotitas de grasa (estabilizando las emulsiones), y reducen la formación de grandes cristales de hielo. Algunos de ellos pueden ser gomas (ver Capítulo 4). Si se agregan en exceso generan una textura gomosa.

Al comenzar a incorporar aire en la elaboración de los helados, éste actúa interfiriendo en la formación de cristales de hielo y le otorga al helado esponjosidad. Este procedimiento se conoce como *overrun*. Podemos definir *overrun* a la incorporación de aire durante la elaboración de los helados, estas burbujas de aire incorporadas incrementan el volumen y le otorgan suavidad. Tenemos que tener en cuenta que si el helado tiene demasiado volumen pierde sabor y consistencia, mientras que tiene poco volumen queda pesado y compacto. Un porcentaje adecuado de *overrun* suele estar entre un 50 % y 70 %.

## Calidad en los helados

En la conservación de los helados (-18 °C) es importante evitar la fluctuación de temperatura para prevenir la recrystalización que generará grandes cristales de hielo. Otro factor a tener en cuenta es el congelamiento rápido que inducirá a formar pequeños cristales. Todo esto es crucial para una textura suave.

Esto último es importante al evaluar la calidad de un helado, donde no sólo es importante tener en cuenta el sabor, el aroma o el color, sino la **textura** del mismo que va a estar definida como la sensación del postre congelado sobre la lengua, puede ser gruesa o fina, depende del tamaño de los cristales de hielo. Así podemos obtener:

- Cristales pequeños: helado de textura suave
- Cristales grandes: helado de textura gruesa

Las mezclas con alta proporción de grasa parecen más finas porque la grasa lubrica los cristales.

Otro aspecto a tener en cuenta es la **consistencia** ya que los productos congelados deben ser sólidos para mantener su forma, lo cual va a depender de la temperatura y de la viscosidad de la fase que permanece sin congelar.

Por su parte, el **cuerpo** de un helado está influenciado por las características que posee el líquido en el cual se encuentran suspendidos los cristales.

## Proceso de elaboración

### Mezcla

La mezcla de los ingredientes es necesaria que sea uniforme y homogénea. El orden en el que se añaden los ingredientes a la mezcla contribuye al resultado.

### Pasteurización

Cuando son a base de leche o crema se somete la mezcla a un tratamiento térmico (25 segundos a 82 °C o 20 segundos a 72 - 75 °C). Los helados de fruta se preparan sin pasteurizar ni homogeneizar.

Durante esta etapa ocurre la desnaturalización de las proteínas del suero, se disuelven completamente los ingredientes, actúan los emulsionantes y estabilizantes. Por su lado las grasas se funden y se dispersan de manera uniforme. Como resultado del tratamiento térmico se elimina la posible contaminación bacteriológica existente.

### Homogeneización

El objetivo es obtener una mezcla más uniforme de tamaño que la de antes de la congelación, evitando así la aglomeración de la grasa al disminuir la temperatura; como resultado de ello tendremos una textura más suave y agradable al paladar.

### Maduración y enfriado

Se realiza a 5 °C con agitación durante 3 a 20 horas. En este período se va a incrementar la viscosidad de la mezcla como resultado de la hidratación proteica y de la acción de los estabilizantes. Aquí la grasa solidifica. A partir de ello se obtiene una textura del helado más fina y disminuye la posibilidad de la formación de cristales de hielo durante el almacenamiento.

### **Batido y congelación**

La mezcla se coloca en un frízer para batirla a temperaturas entre  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a partir de ello se transformará la mezcla líquida en un semisólido, formando cristales pequeños de hielo y favoreciendo la incorporación de burbujas de aire (**overrun**) que incrementarán su volumen.

### **Almacenamiento y congelación**

Se debe realizar a temperaturas inferiores a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y expendirse a temperaturas entre  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## **Salsas**

### **Definición**

Son sistemas alimentarios que se realizan con variedad de alimentos y condimentos, dando origen a un gran número de variantes y que se utilizan para cambiar el sabor, aroma y valor nutricional de numerosas preparaciones permitiendo de esta forma ofrecer presentaciones diferentes para un mismo alimento, evitando así la monotonía. Otra de las funciones que cumplen es la de hidratar las preparaciones para utilizar en aquellos pacientes que presenten, por ejemplo, algún problema de deglución.

En general son dispersiones groseras (por ejemplo, salsas de verduras y pardas), dispersiones finas (salsas blancas), emulsiones (salsas a base de huevos) y soluciones (como por ejemplo el caldo de la salsa *velouté*).

Se componen de una fase líquida y un agente de espesamiento. Dentro de las fases líquidas encontramos alimentos como leche, aceite, caldo, fondos, esencias y glacés; en definitiva, la fase continua o dispersante siempre es agua. Como agentes de espesamiento podemos citar: carbohidratos, proteínas y emulsionantes.

### **Fase líquida**

- Caldo
- Fondos
- Esencias
- Glacé

### **Caldo**

Es una fase acuosa que resulta de la cocción prolongada de diversos alimentos en agua (carne, vegetales, frutas) incorporándose al agua de cocción sustancias hidrosolubles de los alimentos utilizados, brindando olor, sabor y color al medio líquido.

## Fondos

Son fases líquidas aromáticas, mas o menos concentradas y ligeramente perfumadas. Se pueden preparar con carnes de diferentes especies, como ternera, vacuno, ave y pescado a la que se agregan diversas verduras y cierta proporción de huesos, de los que se obtiene gelatina, capaz de espesar el líquido y dar cierta consistencia.

Hay tres tipos de fondos:

- Claros: se elaboran con carnes de ave, ternera, vacuno, con cebolla, zanahoria, puerro, perejil, hierbas aromáticas; partiendo de agua fría y con el agregado de sal. Cuando llega a ebullición, se continua la cocción a fuego lento, debiendo espumarse y desgrasarse y luego filtrarse para obtener un producto homogéneo.
- Oscuros: el procedimiento es igual al anterior, pero comienza con un dorado inicial de la carne y las hortalizas generalmente en el horno, para obtener productos de tostación, que formarán parte de la fase líquida aportando color marrón oscuro. Los mas comunes son los de carne vacuna.
- *Fumet*: se compone de hortalizas finamente cortadas, como puerros, zanahorias, perejil, tomillo, cebolla, espinas y restos de pescado, obteniéndose de la misma forma que el fondo claro pero en tiempo más reducido.

## Esencias

Son preparaciones con sabor intenso que se obtienen utilizando mayor cantidad de alimentos y prolongado tiempo de cocción. Fundamentalmente son dadores de aroma y sabor.

## Glacé

Es un fondo oscuro reducido y concentrado, de aspecto gelatinosos, oscuro y brillante. Se utiliza para reforzar el color y dar viscosidad a una salsa cuyo agente de espesamiento es débil.

## Agentes de espesamiento

- Carbohidratos: polisacáridos como el almidón, producen espesamiento por el fenómeno de gelatinización.
- Proteínas: generalmente hidrolizadas y gelificadas como la gelatina.
- Emulsionantes: son proteínas, que, como el caso de la yema de huevo, actúan estabilizando y emulsionando las salsas.

## Clasificación de las salsas

Teniendo en cuenta los alimentos que se utilizan y la naturaleza de las fases, se las agrupa en salsas básicas o salsas madres y salsas derivadas en las que el agregado de algún condimento o alimento le suele dar el nombre.

Dentro de las salsas básicas o madres podemos encontrar:

- Blancas: el agente de espesamiento es el *roux* (harina y manteca, sometidos a calor y posteriormente dispersados en la fase líquida). Cuando el líquido es leche se la llama salsa bechamel y si es caldo toma el nombre de salsa *velouté*. Estas serían las salsas derivadas de la salsa blanca.
- Pardas: la base son los fondos de ternera, siendo las salsas derivadas la demiglacé y la italiana. En este grupo se incluye también la salsa estofado y la salsa bolognesa, que no llevan fondos como base, pero al tener carne en su constitución se agrupan en esta clasificación.
- A base de huevo: son emulsiones. Pueden ser frías, como es el caso de la mayonesa (yema, aceite y vinagre o jugo de limón) o calientes, como la salsa holandesa (yema, manteca fundida y vinagre).
- De verduras: pueden ser frías como la vinagreta y la criolla; o calientes, de tomate, concassé de tomate triturado o fileto, portuguesa, criolla.

Dentro de las salsas de verduras frías describimos:

- Vinagreta: es una emulsión inestable por falta de emulsionante y está compuesta básicamente por aceite, vinagre, sal, pimienta, a la que se le pueden incorporar alcaparras, huevos duros, pepinillos y condimentos.
- Criolla: cebolla, ají, tomate fresco, cortado en *brunoise* (cubitos de 3mm de lado) aceite y vinagre.

Y dentro de las calientes:

- Tomate: compuesta por cebolla, zanahoria, ajo, manteca y tomate fresco o conserva de tomate.
- *Concassé* o de tomate triturado o fileto: lleva tomate fresco, ajo, condimentos y aceite.
- Portuguesa: compuesta por cebolla, ají y tomate, cortados en juliana (tiras delgadas), aceite y condimentos.
- Criolla: es igual a la portuguesa, pero el corte es en jardinera (cubos de 8 mm de lado).

## Sopas

Son sistemas alimentarios que datan de tiempos remotos. Su origen surge de la necesidad de ablandar con agua hirviendo a los alimentos más duros que no se podían masticar en crudo. Al tomar el agua de cocción el sabor de estos productos, se pensó luego la posibilidad de utilizar esos caldos. Son dispersiones coloidales y también suspensiones.

Se pueden clasificar en simples y ligadas.

- Simples: se obtienen de la cocción de vegetales, cereales y legumbres o sus derivados en caldo. Los más utilizados son arroz, avena arrollada, fideos finos, harinas finas (por ej. semolín), trigo entero o triturado, harina de legumbres. Cuando se incorporan al caldo original estos ingredientes son los que darán nombre a la sopa: sopa de fideos, sopa de verduras, de choclo, etc.
- Ligadas: dependiendo del elemento ligante, se dividen en:

- Sopa puré: de vegetales acuosos, en cuyo caso se utiliza puré de papas para unir y dar consistencia o se usan otros vegetales feculentos o legumbres.
- Sopa crema: cuya base es el *roux* y se incorpora crema de leche al final de la preparación. Se pueden utilizar la mayor parte de los vegetales, menos los feculentos.

**Imagen 20.1.** *Distintas variedades de sopas.*



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## Subproductos lácteos

### Introducción

Los subproductos a base de leche son aquellos alimentos que se obtienen a partir de la leche como materia prima. En la actualidad hay diversidad de productos que ofrece la industria, como así también se ha potenciado la modalidad de poder prepararlos de forma casera, sin la adición de aditivos, conservantes o azúcar en elevada proporción.

Los alimentos que se estudiarán en este capítulo, difieren en las características nutricionales de la leche, como así también en sus propiedades físicas y químicas.

### Alimentos o grupo de alimentos que se incluyen

Dentro de este capítulo se estudiará la leche según los subproductos que se obtienen a partir de la misma: leches fermentadas, quesos, leche condensada, manteca, crema y dulce de leche.

## Definición, clasificaciones y variedades según Código Alimentario Argentino (CAA). Capítulo VIII - Leche

### Leches fermentadas- artículo 576 CAA

Se entiende por Leches Fermentadas los productos, adicionados o no, de otras sustancias alimenticias, obtenidos por coagulación y disminución del pH de la leche o leche reconstituida, adicionada o no, de otros productos lácteos, por fermentación láctica mediante la acción de cultivos de microorganismos específicos. Estos microorganismos específicos deben ser viables, activos y abundantes en el producto final durante su período de validez.

Entre ellos encontramos:

- Yogur: producto cuya fermentación se realiza con cultivos protosimbóticos de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* a los que en forma complementaria pueden acompañar otras bacterias acidolácticas que, por su actividad, contribuyen a la determinación de las características del producto terminado.
- Leche fermentada: producto cuya fermentación se realiza con uno o varios de los siguientes cultivos: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp.*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* y/u otras bacterias acidolácticas que, por su actividad, contribuyen a la determinación de las características del producto terminado.
- Leche Acidófila o Acidofilada: producto cuya fermentación se realiza exclusivamente con cultivos de *Lactobacillus acidophilus*.
- Kefir: producto cuya fermentación se realiza con cultivos ácidolácticos elaborados con granos de kefir, *Lactobacillus kefir*, especies de los géneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* y *Acetobacter*, con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Los granos de kefir están constituidos por levaduras fermentadoras de la lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) y levaduras no fermentadoras de la lactosa (*Saccharomyces omnispurus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium spp* y *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*).
- Kumys: producto cuya fermentación se realiza con cultivos de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Kluyveromyces marxianus*.

La leche cultivada o el yogurt se elabora con leche pasteurizada, aplicándosele un tratamiento de 80 a 85 °C durante 30 minutos. El proceso es más exigente que una pasteurización normal para asegurar la muerte de la flora que puede competir con las acidobacterias. Por su parte, las esporas termorresistentes no se destruyen, pero no compiten con las cepas utilizadas en la elaboración del cultivo.

El calentamiento previo de la leche además de optimizar el medio para el desarrollo de la flora láctea, favorece la inactivación de las inmuno-globulinas, elimina parte del oxígeno, crea un medio microaerófilo y produce la liberación de grupos sulfhidrilos que favorecen la acción entre las proteínas. Este medio, genera el aumento de la viscosidad de los productos, estabiliza el gel y limita la sinéresis.

Al finalizar el tratamiento térmico:

- Se homogeniza y se enfría hasta 45 °C.
- Se fermenta con el agregado de microorganismos específicos, en la mayoría de los casos se utilizan *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* que transforman la lactosa en ácido láctico (trabajan de 42 a 43 °C).
- Se inocula. El proceso fermentativo dura aproximadamente 4 horas.

En la primera etapa de este procedimiento se desarrollan rápidamente los estreptococos hasta que el pH desciende a 5,5. Allí es donde comienzan a desarrollarse los *lactobacillus*. Los dos microorganismos desarrollan en forma simbiótica el lactobacilo, que es proteolítico, quedando libres aminoácidos -especialmente valina- y que estimulan el desarrollo del estreptococo. A su vez, este último produce formiato, piruvato y dióxido de carbono que estimula al lactobacilo.

Es así que la fermentación disminuye el pH de 4,2 a 4,6 produciendo la coagulación de la caseína, el calcio se solubiliza, se desestabiliza la caseína y a partir de la glucosa de la lactosa se obtiene el acetaldehído, el diacetilo y el ácido acético que le otorgan las características organolépticas.

### **Quesos-artículo 605 CAA**

“Se entiende por Queso el producto fresco o madurado que se obtiene por separación parcial del suero de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física, del cuajo, de enzimas específicas, de bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solos o combinados, todos de calidad apta para uso alimentario; con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o condimentos, aditivos específicamente indicados, sustancias aromatizantes y materiales colorantes”.

Entre algunas diferenciaciones que establece el CAA, se encuentran las siguientes:

- Queso Fresco: el que está listo para el consumo poco después de su fabricación.
- Queso Madurado: el que ha experimentado los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos de la variedad de queso.
- Quesos de pasta blanda (artículo 613): “Queso Blanco: con la denominación de Queso Blanco, se entiende el producto elaborado con leche entera, parcial o totalmente descremada, coagulada por acidificación láctica complementada o no por cuajo y/o enzimas específicas”
- Ricotta- artículo 614: “Con la denominación de Ricotta o Ricota, se entiende el producto obtenido por precipitación mediante el calor en medio ácido producido por acidificación, debida al cultivo de bacterias lácticas apropiadas o por ácidos orgánicos permitidos a ese fin, de las sustancias proteicas de la leche (entera, parcial o totalmente descremada) o del suero de quesos”.
- Queso mascarpone- art 617: “Con la denominación de Queso Mascarpone, se entiende el producto de muy alta humedad elaborado con leche entera y crema, coagulada por el calor y ácidos permitidos a ese efecto”.

Con respecto a características generales, el queso, es el producto fresco o madurado obtenido de la coagulación de la leche y el desuerado (precipitación).

Como la mayoría de los lácteos, el queso es un sistema complejo en cuanto a su aspecto bioquímico y microbiológico.

Su composición y calidad no son constantes. Dentro de sus variedades, puede componerse de un 35 a un 70 % de agua en la que hay dispersas entre un 10 y un 30 % de proteínas. Además, lo componen un 4 o un 5 % de sal y hasta un 40 % de grasa.

Los nombres y las características de los distintos tipos varían según las regiones productoras.

Debido a ello, se ha tomado un promedio de la composición de cada variedad de acuerdo al porcentaje de humedad. Se pueden clasificar en quesos muy frescos, frescos o de pasta blanda, quesos semiduros y quesos duros.

### **Leche condensada - art 573 CAA**

Se entiende por Leche Condensada o Concentrada con Azúcar o Azucarada, el producto de consistencia siruposa (es decir, similar a la de un jarabe) obtenido por deshidratación parcial de la leche entera pasteurizada apta para el consumo humano, adicionada de edulcorantes nutritivos permitidos.

La leche condensada azucarada es pasteurizada, aunque no esterilizada, porque el contenido elevado de azúcar juega un papel en la prevención del crecimiento bacteriano (esto se debe al efecto osmótico del azúcar que compite con las bacterias por el agua y, por lo tanto, controla el crecimiento bacteriano).

Es un producto también de consistencia similar a la de un jarabe, obtenido por concentración parcial de la leche entera pasteurizada apta para el consumo a la que se le adiciona edulcorantes nutritivos.

El agregado de azúcar hace al producto más estable microbiológicamente que la leche evaporada y su conservación se asegura con la pasteurización.

Puede ser adicionada con estabilizantes como bicarbonato de sodio, citrato trisódico, cloruro de calcio, fosfato disódico y carrageninas.

### **Manteca- artículo 596 CAA**

“Con el nombre de Manteca se entiende el producto graso obtenido exclusivamente por el batido y amasado, con o sin modificación biológica, de la crema pasteurizada derivada exclusivamente de la leche, por procesos tecnológicamente adecuados”.

La materia grasa de la manteca deberá estar compuesta exclusivamente de grasa láctea.

La manteca es una emulsión, en la cual la fase dispersa es el agua y la fase continua es la grasa, la crema se bate enérgicamente y así se rompen las membranas que protegen los glóbulos grasos.

Con esto se consigue la inversión de la emulsión grasa en agua presente en la crema a agua en grasa, llegando a dos fases: una fase grasa en forma de granos y una fase acuosa: el suero. Con el amasado se unen los granos de grasa y se forma una mezcla pastosa con un 80 % de grasa y hasta un 15 % de humedad.

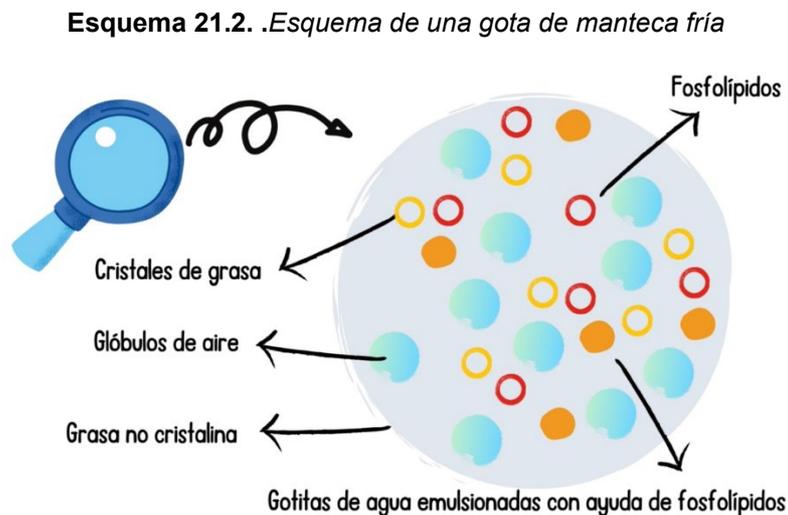
Con el frío, el batido y el amasado que se realiza en la elaboración industrial se forman cristales pequeños que son imperceptibles al paladar. El agua se dispersa en numerosas microgotas.

También, se puede adicionar sal de 0,3 a 1 % que ayuda a aumentar la estabilidad bacteriológica.

Para el proceso de producción, se somete a la crema a una pasteurización de 85 °C durante 15 segundos y luego se enfría de 4 a 5 °C.

Para la maduración, se incorporan cultivos industriales de bacterias como *Leuconostoc citrovorum* y *paracitrovorum*, *Lactobacillus lactis*, las variedades *cremoris* y *diacetylactis* con la finalidad de disminuir la acidez (pH 5,2), beneficiar la inversión de la emulsión y producir las sustancias aromáticas características de la grasa láctea, principalmente el diacetilo (una cetona) generada a partir del ácido cítrico.

La manteca también tiene componentes aromáticos derivados del alimento de la vaca. Su punto de fusión es cercano a los 30 °C y tiene un porcentaje específico de ácidos grasos. Al aumentar la temperatura de la manteca, la parte cristalina se funde (casi totalmente) dando un producto amorfo. Es por ello, que se debe conservar refrigerada a temperaturas inferiores a 8 °C.



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de: Medin, R. & Medin, S. Alimentos: Introducción técnica y seguridad. Capítulo 8.

### Crema- art 585

“Con el nombre de crema de leche se entiende el producto lácteo relativamente rico en grasa separada de la leche por procedimientos tecnológicamente adecuados, que adopta la forma de una emulsión de grasa en agua”

¿Cómo se forma la espuma de crema de leche?

La espuma es una dispersión de gas en líquido que se forma cuando se bate y siempre que la tensión superficial (enlaces entre las moléculas de un líquido) sea suficientemente baja. En el

caso de las moléculas de proteínas, disminuyen la tensión superficial del agua favoreciendo la formación de espuma.

La crema, con su alto contenido de grasa, es un fluido viscoso que forma espumas estables y que aumenta su volumen a medida que se le incorpora aire con el batido. Las proteínas lácteas de la fase acuosa reaccionan entre sí formando una película que recubre la burbuja de aire.

Una espuma de crema se estabiliza por la grasa, que recubre y sirve de sostén a la trama proteica de las burbujas. También dan mayor espesor (viscosidad) al sistema y por lo tanto lo hace menos móvil.

Factores que influyen en la estabilidad de una espuma de crema de leche:

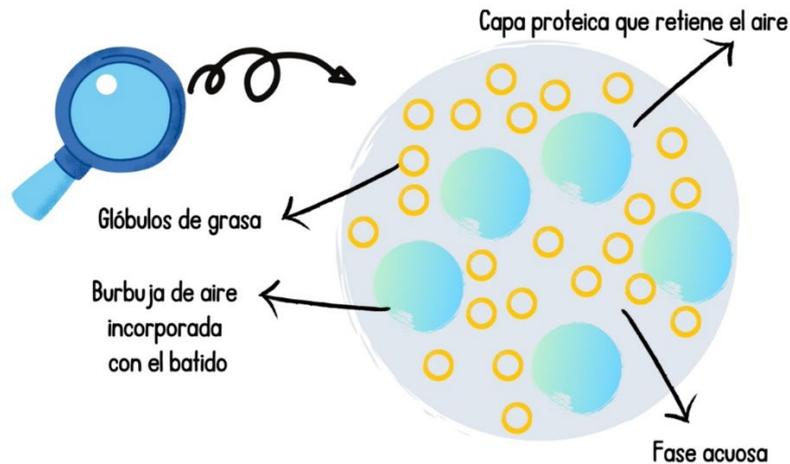
- **Ácido:** el jugo de limón en la crema de leche mejora la estabilidad de la espuma por tener como componente ácido ascórbico. Este actúa como agente reductor, rompe parte de los enlaces disulfuro de las proteínas desnaturalizándolas y así quedan expuestos los grupos sulfhídricos, que aumentan la interacción proteína-proteína. El limón además contiene ácido cítrico que también disminuye el pH y actúa sobre la proteína por acercarse a su punto isoeléctrico (pI) (ver Capítulo 18). Así beneficia la formación de la película de proteína que rodea el glóbulo de aire incorporado con el batido. El pH óptimo para la formación de una espuma de crema estable es a 5,5 ya que está cerca del punto isoeléctrico de las proteínas de la leche y evita que precipiten.
- **Azúcar:** el azúcar aumenta la viscosidad de la crema y así mejora la estabilidad final, pero debe agregarse luego de la mitad del batido. Si se incorporara al principio interferiría con las proteínas y retardaría el agrupamiento de la grasa lo que produce un aumento del tiempo de batido y disminuye el volumen resultante. Por su parte, el agregado del azúcar sobre el final puede no solubilizarse completamente. El uso de azúcar impalpable mejora las características de solubilidad.
- **Sal:** el agregado de sal interactúa con las proteínas y disminuye la atracción perjudicando la formación y la estabilidad de la espuma.
- **Temperatura:** la grasa de la leche funde a 30 °C y es demasiado blanda para mantener la espuma a temperatura ambiente. Por lo tanto, la crema debe batirse refrigerada, siempre por encima de 0 °C, dado que de lo contrario su agua se convertiría en hielo y se separaría de la grasa.

La mejor crema para batir es la pasteurizada con 30 % de grasa. En las cremas esterilizadas con agregados de estabilizantes, se forma espuma con poco volumen, aunque esta es estable y no se rompe con el batido prolongado.

Por su parte, la adición de gelatinas o gomas ayuda a recubrir las burbujas, estabilizando, espesando y reforzando la espuma de la crema.

Las cremas adicionadas con estabilizantes pueden ser utilizadas sin aplicación de un proceso mecánico ya que tienen mayor viscosidad. Cuando la crema comienza a ponerse brillante, se encuentra en el momento de máxima estabilidad.

**Esquema 21.3.** Esquema de la espuma de crema de leche.



*Nota.* Fuente: elaboración propia. Modificado de: Medin, R. & Medin, S. Alimentos: Introducción técnica y seguridad. Capítulo 8.

### Dulce de leche-artículo 592 CAA

“Con el nombre de Dulce de Leche se entiende el producto obtenido por concentración y acción del calor a presión normal o reducida de la leche o leche reconstituida, con o sin adición de sólidos de origen lácteo y/o crema, y adicionado de sacarosa (parcialmente sustituida o no por monosacáridos y/u otros disacáridos), con o sin adición de otras sustancias alimenticias”

El dulce de leche, es el producto obtenido por la concentración de leche y de azúcar a presión normal.

Su consistencia, debe ser de consistencia pastosa, de color beige a pardo rojizo, provocado por el pardeamiento no enzimático o reacción de *Maillard*.

Se debe agregar bicarbonato de sodio para evitar que durante la concentración de la leche aumente la acidez. Se regula el pH que sería de alrededor de 6,6 a 7 ya que el medio ácido o alcalino puede desnaturalizar la proteína formando coágulos. A pH neutro se obtendrá una reacción de *Maillard* óptima.

Se parte de leche con un 20 % de sacarosa que puede reemplazarse hasta en un 40 % por jarabe de glucosa o jarabe de maíz de alta fructosa que le da brillo al producto final. La temperatura final es de entre 90 a 92 °C.

El dulce de leche se elabora, industrialmente, en pailas encamisadas por donde pasa el vapor (110 a 120 °C) o en baño María en ebullición artesanalmente.

Para la elaboración de grandes volúmenes se usa leche concentrada, luego se le incorpora el azúcar y se evapora el agua hasta la humedad necesaria. El producto que permanece en contacto con la pared de la paila alcanza los 100 °C permitiendo inducir la reacción de *Maillard*, a partir de la lactosa y las proteínas aportando el color marrón característico.

Con la temperatura que requiere la elaboración se puede obtener una solución sobresaturada de lactosa (esta solución en el enfriamiento cristaliza provocando arenosidad en el producto). Es por ello, que se debe controlar el punto final. La legislación permite el agregado de lactasa como

coadyuvante de la elaboración para evitar este defecto, también se puede recurrir al agregado de colorante para estandarizar el color.

Luego de la cocción, se enfría hasta 55 °C rápidamente para mantener la fluidez en el envasado y luego del tapado, se invierte para evitar la condensación del agua en la superficie, impidiendo así el desarrollo de mohos.

El producto final deberá tener menos de un 30 % de humedad, un 6 % de materia grasa como mínimo, sólidos de leche en un 24 % y un 2 % de cenizas como máximo.

Su conservación una vez abierto debe ser entre 2 a 8 °C durante aproximadamente 30 días.

## Conclusión

Como profesionales que estudian y trabajan con alimentos, es destacable conocer los procesos de elaboración y conservación que tienen los subproductos lácteos, como así también, las propiedades que aportan. También, es importante conocer las variabilidades que pueden tener en relación a sus ingredientes para ser alimentos de mayor o menor calidad nutricional.

Las aplicaciones en cocina se basan principalmente en productos dulces como bizcochuelos, budines, en preparaciones básicas de panificados y repostería.

## Referencias

- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo VIII y Capítulo XII Art. 1074 y 1077.
- Garda, M. R. (2016). *Técnicas del manejo de los alimentos*. Capítulos 4: Sistemas dispersos y Capítulo 5: Carbohidratos. Editorial Eudeba.
- Gil, Á. (2017). *Tratado de Nutrición Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Capítulo 2: Leche y derivados lácteos. España: Editorial Médica Panamericana.
- Guías Alimentarias para la población Argentina*. Ministerio de Salud. Año 2016.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 8: Productos lácteos. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., & Campbell, T. (2008). *Essentials of food science* (Vol. 42). New York: Springer. Capítulo 11: leche y productos lácteos.

## Bibliografía ampliatoria

Charley, H., Avila, F. A. G., & Torres, M. E. S. (1987). *Tecnología de alimentos: procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos*. Limusa.

Código Alimentario Argentino. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>

Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2008). *Fennema Química de los alimentos* (No. 664.07 F335f). Acribia,.

Dergal, B. (1999). Salvador. *Química de los alimentos*.

Kabbache, D. M. (2019). *Técnica dietoterápica avanzada: diseño, análisis y reformulación de sistemas alimentarios para fines especiales*. Akadia.

Tablas de Composición Química de Alimentos <http://www.argenfoods.unlu.edu.ar/Tablas/Tabla.htm>

Tablas de composición química USDA:

<https://fdc.nal.usda.gov/>

# Las autoras

## Coordinadora

### **Barcia, Ximena**

Licenciada en Nutrición, Universidad de Buenos Aires (UBA). Especialización en Docencia Universitaria, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Diplomatura en Tutoría para la Educación Secundaria y superior, Universidad Católica de La Plata (UCALP). Antropometrista Nivel II, International Society for the advancement of the Kinanthropometry, (ISAK). Técnica dietética, Profesor Adjunto y Subcoordinadora Carrera Licenciatura en Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Tutora de 1º año, Carrera Licenciatura en Nutrición, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de La Plata, (UCALP). A cargo del servicio de alimentación del Instituto de Apoyo Integral a personas con Capacidades Diferentes (IDANI).

## Autoras

### **Apesteguía, Jazmín**

Licenciada en Nutrición, Universidad Católica de La Plata (UCALP). Ex - residente y ex - Jefa de residentes de la Residencia básica de Nutrición en Salud Pública y Comunitaria, Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) "San Martín" de La Plata. Ex - Profesional de carrera hospitalaria, Licenciada en Nutrición asistente con carácter interino, Servicio de Alimentación y Dietética del HIGA, "San Martín" de La Plata. Técnica dietética, Ayudante diplomado, Carrera Licenciatura en Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

### **Barcellini, Leticia**

Licenciada en Nutrición, Universidad Nacional de Córdoba. Profesional de Planta permanente Hospital Interzonal de Agudos Especializado en Pediatría "Sor María Ludovica". Técnica dietética, Jefe de Trabajos Prácticos, Carrera Licenciatura en Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Alimentación del niño sano, Docente Titular, Carrera Licenciatura en Nutrición, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de La Plata (UCALP). Coautora del libro "Historias de Colores y Sabores", Síndrome de Hiperquilomicronemia Familiar, 2020.

**Lebrero, Araceli**

Licenciada en Nutrición, Universidad de Buenos Aires (UBA). Especialización en docencia universitaria, en curso, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Técnica dietética, Fisiopatología y Prácticas Finales Obligatorias, Jefe de Trabajos Prácticos y Ex -Coordinadora de la Carrera Licenciatura en Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Fisiopatología del Adulto y Prácticas hospitalarias IV, Docente Titular, Carrera Licenciatura en Nutrición, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de La Plata (UCALP). Curso de postgrado de Nutrición y Dietoterapia en los Errores Innatos del Metabolismo y Curso de postgrado de Nutrición Pediátrica: aplicación práctica y actualizada, Coordinadora, Universidad Nacional de La Plata UNLP. Auditora en el instituto de obra médico asistencial (IOMA). Expasante en el consultorio de Enfermedades Raras y Dificultoso diagnóstico en el Hospital San Juan de Dios de la Plata. Rotante como Profesional Autorizado en el consultorio de Enfermedades de los Errores Innatos del Metabolismo en el Hospital Sor María Ludovica de La Plata.

**Pappalardo, Brenda**

Licenciada en Nutrición, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Especialización en docencia universitaria, en curso, Universidad Nacional de La Plata, (UNLP). Posgrado Nutrición para la Práctica Clínica y Nutrición vegana y vegetariana. Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Técnica dietética, Ayudante diplomado, Carrera Licenciatura en Nutrición, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Publicaciones científicas: “Correlación entre los azúcares declarados en los rótulos de bebidas analcohólicas y los determinados experimentalmente” y “Estudio exploratorio de la oferta de bebidas sin alcohol en comercios mayoristas y minoristas de ciudad de La Plata”, ambos en la Revista de la Facultad de Ciencias Médicas, 2017.

Técnica dietética : transformaciones físico-químicas de los alimentos / Ximena Barcia ...  
[et al.] ; Coordinación general de Ximena Barcia. - 1a ed. - La Plata : Universidad  
Nacional de La Plata ; La Plata : EDULP, 2024.  
Libro digital, PDF - (Libros de cátedra)

Archivo Digital: descarga  
ISBN 978-950-34-2448-3

1. Nutrición. 2. Alimentos. I. Barcia, Ximena II. Barcia, Ximena, coord.  
CDD 353.56

Diseño de tapa: Dirección de Comunicación Visual de la UNLP

Universidad Nacional de La Plata – Editorial de la Universidad de La Plata  
48 N.º 551-599 / La Plata B1900AMX / Buenos Aires, Argentina  
+54 221 644 7150  
edulp.editorial@gmail.com  
www.editorial.unlp.edu.ar

Edulp integra la Red de Editoriales Universitarias Nacionales (REUN)

Primera edición, 2024  
ISBN 978-950-34-2448-3  
© 2024 - Edulp

**n**  
naturales

  
Edulp  
EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA