

*Jorge Luis Díaz Ortega*

# PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES DE LOS ALIMENTOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE





## **Jorge Luis Díaz Ortega**

Químico Farmacéutico, egresado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo (1998); magister en Ciencias en la Mención de Microbiología Industrial y Biotecnología, magister en Fisiología y biofísica; y doctor en Ciencias Biomédicas en la Universidad Nacional de Trujillo. Forma parte del Programa Académico de Nutrición de la Universidad César Vallejo (UCV) desde el año 2003 hasta la actualidad, en las experiencias curriculares de Bioquímica Nutricional, Bromatología y Nutriogenética y Nutriogenómica. Docente investigador de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH) y Coordinador de Investigación en la Escuela Profesional de Nutrición de la UCV. Está dedicado a la investigación de corte experimental y a las publicaciones de artículos científicos en revistas indexadas. Las líneas de investigación que desarrolla: Análisis bromatológico de alimentos, capacidad antioxidante de productos vegetales, modelo experimental en diabetes y su tratamiento con plantas medicinales y en investigaciones sobre síndrome metabólico.

**Jorge Luis Díaz Ortega**

# **PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES DE LOS ALIMENTOS**



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE



PROPIEDADES NUTRICIONALES Y  
FUNCIONALES DE LOS ALIMENTOS

Jorge Luis Díaz Ortega

© Dr. Jorge Luis Díaz Ortega

Diseño y diagramación:

Ediciones Carolina (Trujillo).

Editado por:

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote

Jr. Tumbes 247 Casco Urbano Chimbote – Perú

RUC: 20319956043

Telf: (043)343444

Primera edición digital, julio 2020.

ISBN: 978-612-4308-28-4

Libro digital disponible en:

<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/>

## DEDICATORIA

*Esta obra está dedicada a un apasionado de la Bromatología, al Dr. José Silva Lara in memoria, a quien tuve la oportunidad de conocer y que, a través de sus enseñanzas y su producción intelectual, fue artífice para involucrarme, también, en este importante mundo del conocimiento de los alimentos y en especial los de origen peruano.*

*Así mismo dedico esta obra a mi familia mis padres Alfredo e Hilda, a mis hermanos Carlos, Alfredo y Linda, mi esposa Celina, que siempre confían en mí en todo momento.*

## AGRADECIMIENTO

*Un agradecimiento especial a la Dra. María Palacios Palacios por la confianza depositada para la elaboración de la presente obra, así mismo a todos los actores de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote por permitir desarrollar mis potencialidades en el ámbito de la investigación.*

# Tabla de Contenido

Lista de tablas .....	13
Lista de figuras .....	17
Lista de abreviaturas .....	21
Presentación .....	23

## Capítulo I CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS

1.1. Definición .....	27
1.2. Constitución .....	27
1.3. Función .....	29
1.4. Características de los alimentos .....	29
1.5. Requisitos que debe reunir un alimento .....	34
1.6. Clasificación .....	37
1.6.1. Por las transformaciones que puedan experimentar .....	37
1.6.2. Por las condiciones de su consumo .....	37
1.7. Categorías de los alimentos .....	39

**Capítulo II**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS**

2.1.	Nutrientes mayoritarios .....	43
2.1.1.	Carbohidratos .....	43
2.1.1.1.	Monosacáridos .....	43
2.1.1.2.	Disacáridos .....	45
2.1.1.3.	Otros oligosacáridos .....	47
2.1.1.4.	Polisacáridos .....	49
2.1.2.	Fibra dietética o dietaria .....	53
2.1.3.	Lípidos .....	57
2.1.4.	Proteínas .....	68
2.1.5.	Vitaminas .....	70
2.1.6.	Minerales .....	73

**Capítulo III**  
**CARNES**

3.1.	Definición .....	81
3.2.	Valor alimentario .....	81
3.3.	Derivados cárnicos .....	87
3.4.	Aspectos sanitarios .....	88
3.5.	Vísceras .....	92

**Capítulo IV**  
**PESCADO**

4.1.	Generalidades .....	97
4.2.	Clasificación .....	97
4.3.	Valor Alimentario .....	98
4.4.	Aspectos sanitarios .....	102
4.5.	Mariscos .....	104

**Capítulo V**  
**HUEVO**

5.1. Definición .....	109
5.2. Valor alimentario .....	109
5.3. Estructura del huevo .....	109
5.4. El huevo como alimento funcional .....	116

**Capítulo VI**  
**LECHE**

6.1. Definición .....	121
6.2. Composición de la leche .....	125
6.3. Tratamientos tecnológicos y conservación de productos lácteos .....	132
6.3.1. Modificaciones por tratamientos térmicos .....	132
6.4 Tipos de leche.....	137
6.4.1. Según la presentación física .....	137
6.4.2. Según su contenido en grasa .....	138
6.5. Elaboración de otros productos lácteos .....	138
6.6. El yogurt como alimento funcional .....	141

**Capítulo VII**  
**CEREALES**

7.1. Definición .....	145
7.2. Valor alimentario .....	145
7.3. Trigo.....	148
7.3.1. Clasificación .....	148
7.3.2. Estructura del grano de trigo .....	148
7.3.3. Obtención y clases de harina de trigo .....	150
7.3.4. Composición de la harina de trigo .....	151

7.3.5. Harina de malta .....	154
7.3.6. Conservación de la harina de trigo .....	154
7.3.7. Pan .....	155
7.3.8. Pastas alimenticias .....	156
7.4. Arroz .....	157
7.4.1. Clases de arroz .....	157
7.5. Maíz .....	158
7.5.1. Estructura del grano .....	158
7.5.2. Valor nutritivo .....	158
7.5.3. Usos .....	160
7.6. Aspectos sanitarios de los cereales integrales .....	160
7.7. Granos andinos .....	164
7.7.1. Quinua .....	165
7.7.2. Kañiwa .....	165
7.7.3. Kiwicha .....	166

**Capítulo VIII**  
**HORTALIZAS**

8.1. Verduras .....	170
8.1.1. Composición .....	170
8.1.2. Conservación y consumo .....	175
8.1.3. Clasificación de las verduras .....	176
8.2. Frutas .....	185
8.2.1. Composición .....	186
8.2.2. Clasificación de las frutas por su contenido energético .....	192
8.2.3. Frutas climatéricas y no climatéricas .....	199
8.2.4. Proceso de maduración y evolución .....	199

8.2.5. Proceso de conservación .....	200
8.2.6. Conservas de frutas .....	200

**Capítulo IX**  
**FRUTOS SECOS**

9.1. Definición .....	205
9.2. Composición .....	205
9.3. Propiedades funcionales .....	207
9.4. Aspectos negativos de los frutos secos .....	208

**Capítulo X**  
**TUBÉRCULOS Y RAÍCES FECULENTAS**

10.1. Definición y composición .....	213
10.2. Principales tubérculos .....	213
10.2.1. Papa.....	213
10.2.2. Oca .....	215
10.2.3. Olluco .....	216
10.2.4. Mashua .....	217
10.3. Principales raíces .....	219
10.3.1. Camote .....	219
10.3.2. Yuca .....	220
10.3.3. Yacón .....	220
10.3.4. Arracacha .....	222
10.3.5. Maca.....	222

**Capítulo XI**  
**LEGUMINOSAS**

11.1. Definición .....	227
11.2. Valor nutricional .....	229

11.3. Factores antinutritivos (FAN) .....	232
11.4. Soya .....	233

**Capítulo XII**  
**ACEITES Y GRASAS**

12.1. Manufactura de grasas y aceites .....	237
12.2. Grasas animales y vegetales .....	240
12.3. Aceites .....	242
12.4. Grasas modificadas .....	248
12.5. Fritura .....	249
12.6. Alteración y conservación de las grasas comestibles .....	252
12.7. El aceite de oliva y sus propiedades funcionales .....	253

<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	255
---------------------------	-----

**ANEXOS**

Anexo 1: Glosario de términos .....	261
-------------------------------------	-----

## Lista de tablas

Tabla 2.1 Nomenclatura de los ácidos grasos más comunes en la alimentación .....	58
Tabla 2.2 Alimentos fuentes de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados .....	61
Tabla 2.3 Fuentes alimentarias de colesterol .....	67
Tabla 2.4 Contenido proteico (% p/p) de algunos alimentos..	68
Tabla 2.5 Funciones de las principales vitaminas presentes en algunos alimentos .....	71
Tabla 2.6 Funciones de las principales minerales presentes en algunos alimentos .....	76
Tabla 3.1 Composición proximal por 100 g de pulpa de diversos productos cárnicos .....	82
Tabla 3.2 Composición vitamínico mineral por 100 g de pulpa de diversos productos cárnicos.....	86
Tabla 3.3 Composición proximal en vísceras de vacuno por 100 g de porción comestible .....	93
Tabla 3.4 Composición vitamínico mineral por 100 g de porción comestible en vísceras de vacuno.....	93

Tabla 4.1	Composición proximal en diferentes pescados por 100 g de porción comestible.....	99
Tabla 4.2	Composición vitamínico mineral en diferentes pescados por 100 g de porción comestible .....	101
Tabla 4.3	Clasificación de los mariscos .....	104
Tabla 4.4	Composición proximal en diferentes mariscos por 100 g de porción comestible .....	105
Tabla 4.5	Composición vitamínico mineral en diferentes mariscos por 100 g de porción comestible .....	106
Tabla 5.1	Proporción y porcentaje de materia seca de los componentes del huevo .....	110
Tabla 5.2	Composición química de la yema de huevo .....	112
Tabla 5.3	Proporción de ácidos grasos saturados e insaturados en el huevo .....	113
Tabla 5.4	Composición vitamínica de los componentes del huevo.....	114
Tabla 5.5	Composición mineral de los componentes del huevo.....	115
Tabla 6.1	Contenido porcentual de grasa y proteína presente en la leche según especie .....	122
Tabla 6.2	Composición porcentual de los macronutrientes en la leche humana, de vaca y procesadas .....	125
Tabla 7.1	Composición proximal en cereales por 100 g de porción comestible .....	146
Tabla 7.2	Composición vitamínica mineral de los cereales en 100 g de porción comestible .....	147
Tabla 7.3	Alimentos con y sin gluten .....	162
Tabla 7.4	Composición proximal en granos andinos por 100g de porción comestible .....	164

Tabla 8.1 Fuentes alimentarias de Licopeno .....	179
Tabla 8.2 Compuestos bioactivos en brotes de brócoli (mg/g P.S.) .....	182
Tabla 8.3 Contenido de vitamina C en frutas expresados en mg por 100 de producto .....	188
Tabla 8.4 Frutas con contenido en vitamina A expresados en mg/100 g de producto .....	189
Tabla 9.1 Contenido en grasa y ácidos grasos (g/100 g de alimento) en frutos secos .....	207
Tabla 10.1 Composición proximal en tubérculos y raíces feculentas por 100g de porción comestible .....	214
Tabla 10.2 Composición química de la oca, mashua y olluco...	219
Tabla 10.3 Composición nutricional del yacón .....	221
Tabla 10.4 Composición nutricional de la maca .....	223
Tabla 11.1 Composición proximal de las principales leguminosas .....	227
Tabla 11.2 Especies de leguminosas de grano cultivadas en el Perú .....	228
Tabla 11.3 Composición vitamínico mineral de las leguminosas .....	231



## Lista de figuras

Figura 1.1 Composición general de los alimentos .....	28
Figura 1.2 Estructura química del ácido fítico en su forma aniónica (fitato) .....	30
Figura 1.3 Generación de goitrina a partir de su precursor ...	31
Figura 1.4 Oxalato, quelante del calcio .....	31
Figura 2.1 Estructura de monosacáridos del grupo de las aldosas de 3 a 6 carbonos .....	44
Figura 2.2 Estructuras de cetosas de 3 a 6 carbonos .....	44
Figura 2.3 Formación de un enlace O-glicosídico .....	45
Figura 2.4 Estructura de los principales disacáridos .....	46
Figura 2.5 Estructura química de la rafinosa .....	47
Figura 2.6 Estructura química del almidón y sus componentes .....	49
Figura 2.7 Acción de las beta amilasas sobre la amilopectina	51
Figura 2.8 Acción de las alfa amilasas sobre la amilopectina.	52
Figura 2.9 Unidad disacárida presente en la estructura de la celulosa .....	53

Figura 2.10 Estructura tridimensional de un ácido graso saturado .....	59
Figura 2.11 Estructura química y representación del ácido oleico y linoleico .....	60
Figura 2.12 Estructura química de los principales fosfoglicérido .....	64
Figura 2.13 Estructura química de una esfingomiélin.....	65
Figura 2.14 Estructura química de principales lípidos asociados en los alimentos .....	66
Figura 2.15 Estructura química del colesterol .....	66
Figura 2.16 Generación de un enlace peptídico .....	68
Figura 2.17 Selenio como cofactor de glutatión peroxidasa....	74
Figura 2.18 Zinc y manganeso como cofactores de superóxido dismutasa .....	75
Figura 3.1 Principales nitrosaminas.....	91
Figura 6.1 Reacción de la fosfatasa alcalina.....	134
Figura 6.2 Reacción de Maillard .....	135
Figura 6.3 Efecto de los tratamientos térmicos sobre la $\beta$ -lactoglobulina .....	136
Figura 6.4 Estructura de la caseína k .....	139
Figura 7.1 Estructura del grano de trigo .....	149
Figura 8.1 Estructura del licopeno.....	178
Figura 8.2 Formación de isotiocianatos a partir de glucosinolatos por acción de mirosinasa .....	181
Figura 8.3 Estructura del sulforafano .....	181
Figura 8.4 Compuestos organosulfurados generados por la aliinasa y reacciones espontáneas .....	185

---

Figura 8.5 Pardeamiento enzimático de los compuestos fenólicos .....	191
Figura 10.1 Solanum tuberosum.....	215
Figura 10.2 Oxalis tuberosa “Oca” .....	216
Figura 10.3 Ollucus tuberosus “Olluco” .....	217
Figura 10.4 Tropaeolum tuberosum “Mashua” .....	218
Figura 10.5 Smallathus sonchifolius “Yacón” .....	221
Figura 10.6 Arracacia xanthorrhiza .....	222
Figura 10.7 Lepidium meyenii “Maca” .....	223
Figura 11.1 Estructura de Genisteína y Daidzeína .....	234
Figura 12.1 Proceso de obtención del aceite .....	238
Figura 12.2 Rancidez hidrolítica de los lípidos .....	250
Figura 12.3 Autooxidación de las grasas propuesto por Badui .....	251
Figura 12.4 Estructura de la oleuropeína .....	254
Figura 12.5 Estructura del oleocantal .....	254



## Lista de abreviaturas

- ACAT: Acil colesterol acil transferasa.
- ADN: Ácido desoxirribonucleico.
- AGCC: Ácidos grasos de cadena corta.
- AGS: Ácidos grasos saturados.
- AGI: Ácido grasos insaturados.
- AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados.
- AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados.
- ALA: Ácido Alfa Linoleico.
- ARN: Ácido Ribonucleico.
- ATP: Trifosfato de Adenosina.
- AU: Ácido Úrico.
- COX: Ciloxigenasa.
- DHA: Ácido Docosahexaenoico.
- DMT: Transportador de Metal divalente 1 (del inglés Dimetal transporter 1).
- EC: Enfermedad celíaca.
- EROS: Especies reactivas de oxígeno.
- FOS: Fructooligosacaridos.
- GST: Glutation S-Tranferasa.
- HCP1: Proteína Transportadora de hemo 1 (del inglés Heme carrier Protein).

- HDL: Lipoproteína de alta densidad (Del inglés High Density Lipoprotein).
- HO: Hemo-oxigenasa.
- IL-1: Interleuquina 1.
- IL-6: Interleuquina 6.
- LDL: Lipoproteína de baja densidad (del inglés Low Density Lipoprotein).
- NQO1: NADH-Quinona oxido reductasa 1.
- OMS: Organización Mundial de la salud.
- TNFalfa: Factor de necrosis tumoral alfa.
- UDP: Difosfato de Uridina.
- VLDL: Lipoproteína de muy baja densidad (Del inglés Very Low Density Lipoprotein).

# Presentación

El libro “Propiedades nutricionales y funcionales de los alimentos” es una obra que consta de 11 capítulos que tratan de la composición química y los beneficios que proporcionan los diversos grupos de alimentos en la salud humana, en la prevención de enfermedades, y precauciones de su consumo ante situaciones especiales.

En el capítulo I trata de las características generales de un alimento y su clasificación. En el capítulo II se describe la composición química de los alimentos para introducir al lector al conocimiento químico de los nutrientes más importantes en los alimentos y sus funciones. Desde el capítulo III al VI, se comenta sobre los alimentos de origen animal (carne, pescado, leche y huevo), describiendo su importancia en la alimentación especialmente en las primeras etapas del ciclo vital humano.

Desde el capítulo VII al X, se describen a los alimentos vegetales, en donde se remarca su importancia en la salud por la presencia de una diversidad de compuestos químicos con funciones especiales en la prevención de enfermedades. Aquí se encuentran los cereales en donde se abordan aspectos sobre su composición e importancia como alimento energético y su relación con la enfermedad celíaca. Se menciona de manera especial a los granos andinos por su importancia nutritiva principalmente proteica en comparación a los cereales. En hortalizas frutas y verduras se describen una diversidad de compuestos químicos muchos de ellos con propiedades antioxidantes.

dantes, anticancerígenas y antiinflamatorias, sustentada en información especializada con la finalidad de considerarlos como parte de nuestra dieta de manera más abundante. Los frutos secos toman bastante interés en el presente texto basados principalmente por sus propiedades funcionales de índole cardiovascular. Luego se describe los tubérculos y raíces autóctonas del Perú con propiedades inclusive desconocidas por la mayoría de los peruanos y que se encuentran en la presente obra como una manera de promocionar su consumo.

Finalmente, en el capítulo XI se culmina con la comparación entre aceites vegetales y las grasas animales, su proceso de obtención y una descripción de la química del aceite de oliva por presentar compuestos químicos recientemente descubiertos y con propiedades diversas que protegen al organismo humano lo cual permite que sea muy valorado internacionalmente.

## Capítulo I

# **CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS**



## 1.1. DEFINICIÓN

Se le puede definir como “Toda sustancia en estado natural, semielaborada o elaborada, que ingerida aporta al organismo los materiales y la energía necesaria para el desarrollo de los procesos biológicos”.

También se incluyen bebidas no alcohólicas y aquellas sustancias con que se sazonan algunos comestibles y que se conocen con el nombre genérico de especia.

## 1.2. CONSTITUCIÓN

En el esquema 1 podemos sintetizar la constitución que puede tener un alimento precisando que puede haber algún componente que pueda estar deficiente o no estar presente dependiendo del tipo de alimento.

Generalmente el componente de mayor porcentaje en los alimentos de fuente natural es el agua, seguido del extracto seco el cual está constituido por materia orgánica e inorgánica. La materia orgánica está constituido principalmente por los carbohidratos, lípidos (representan los principios energéticos), proteínas (el principal principio plástico o constructor), vitaminas y en menor proporción otros compuestos no nutritivos como los compuestos fenólicos, alcaloides, sustancias asociadas a los lípidos (carotenoides, terpenoides, etc.) generalmente en los alimentos de origen vegetal y el colesterol en el alimento de origen animal.

La materia inorgánica está constituida por los minerales divididos en dos grupos: los macrominerales dentro de ellos están el cal-

cio, cloro, magnesio, fósforo, potasio, sodio y azufre y finalmente los micro minerales cobalto, cobre, flúor, yodo, hierro, zinc, manganeso molibdeno y selenio.

Es importante resaltar que las vitaminas y minerales en el organismo humano intervienen regulando el metabolismo de los carbohidratos lípidos y aminoácidos al participar como cofactores necesarios para la actividad de las enzimas. A continuación en la Figura 1.1 se muestra la composición química general en los alimentos.

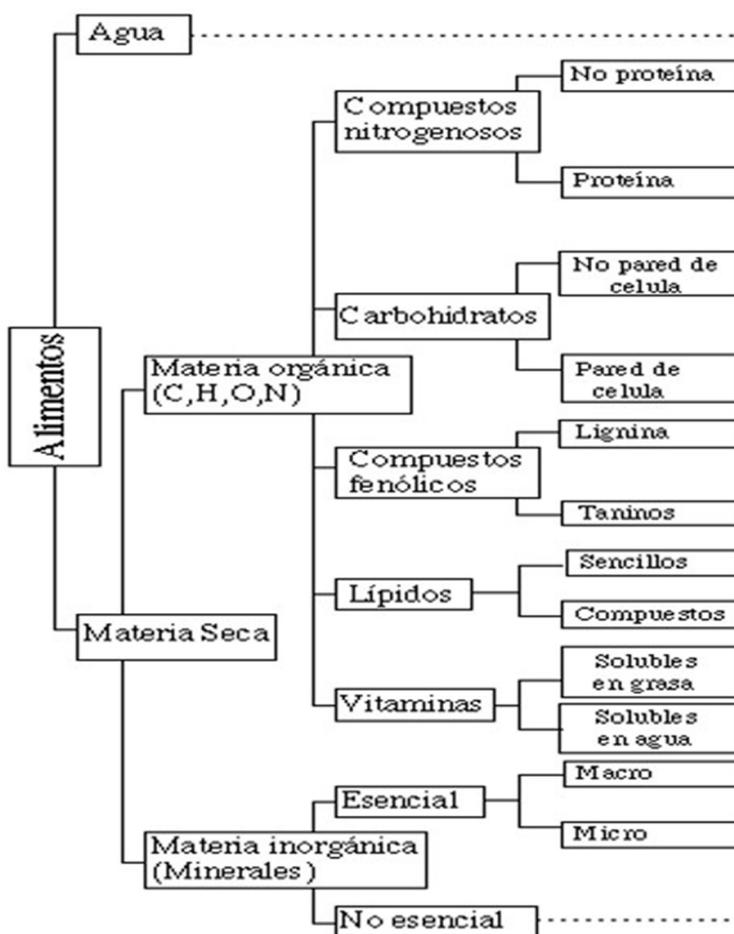


Figura 1.1 Composición general de los alimentos.

### 1.3. FUNCIÓN

El organismo humano constantemente se producen una serie de reacciones químicas catalizada por diversos sistemas enzimáticos están orientadas a la siguiente:

- A la producción de energía expresada en el trifosfato de adenosina (ATP) para el mantenimiento de funciones biológicas vitales como la temperatura corporal y la realización del trabajo muscular durante el movimiento y a nivel celular el transporte de los nutrientes.
- Al incremento y reposición de los tejidos gastados.
- A la regulación de los procesos metabólicos con la finalidad de contenerlo dentro de una fisiología normal.

### 1.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS

Tres son las características principales de un alimento: psico-sensoriales, nutricionales e higiénico sanitarias.

#### **Características Psicosensoriales**

Son aquellos caracteres que impresionan los órganos de los sentidos y van a ser los determinantes para la aceptación o rechazo del alimento. Comprenden los caracteres órgano sensoriales como el color, olor, sabor y ciertos caracteres físico - químicos como es el caso de la textura, consistencia, dureza, reacción, pH, etc.

#### **Características Nutricionales**

Son aquellas que se relacionan con su valor nutritivo del alimento el cual está dado por su aporte en cantidad y calidad de nutrientes y su ausencia de antinutrientes.

Nutrientes son todos los compuestos químicos aportados por los alimentos necesarios para el mantenimiento de sus funciones vitales. Entre estos tenemos a las proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, sales minerales, etc.

**Los antinutrientes** son un grupo de compuestos que se caracterizan por interferir en el aprovechamiento de determinados nutrientes entre los cuales podemos citar a los siguientes:

- a) Las antienzimas; como la antitripsina y la antiamilasa. La antitripsina existe en ciertas legumbres al estado crudo como la soja, porotos; también se le halla en la harina de trigo, en los camotes y rábanos. La antiamilasa se encuentra en ciertas legumbres.
- b) Sustancias que interfieren en el metabolismo mineral, tales como: El ácido fítico presente en la harina de trigo. Los fitatos, forma aniónica del ácido fítico (Figura 1.2) reducen la biodisponibilidad de los minerales actuando como un agente quelante (“atrapador”) del  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ . También el ácido fítico tiene la capacidad de inhibir enzimas proteolíticas y amilolíticas.

Por ello en el proceso industrial se recomienda la adición de sales de calcio y fierro a las harinas para compensar la disminución de la biodisponibilidad.

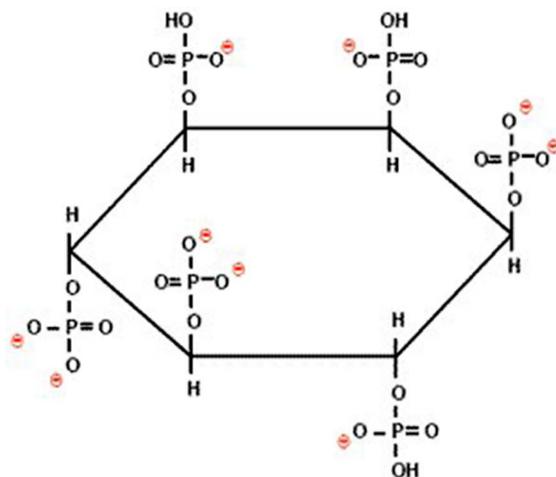


Figura 1.2 Estructura química del ácido fítico en su forma aniónica (fitato).

Los bociógenos y goitrogenos: se le encuentra en los rábanos, coliflor, nabos, repollo, soja, etc. En estos productos vegetales contienen progoitrina, un tioglucósido, el cual es desdoblado por la enzima mirosina liberando goitrina (Figura 1.3), el principio bociógeno que impide la captación del yodo por la glándula tiroidea. Sin embargo este compuesto es sensible al calor, por lo que el cocido adecuado destruye su actividad goitrogénica.

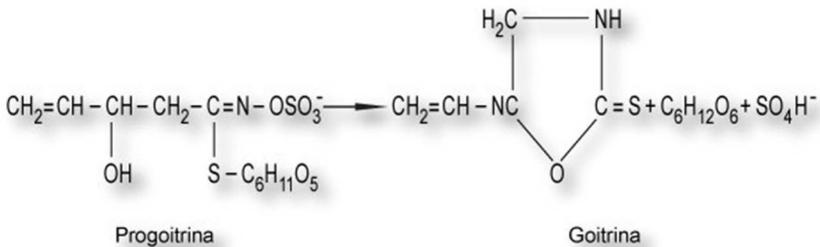


Figura 1.3 Generación de goitrina a partir de su precursor.

El oxalato; forma aniónica del ácido oxálico (Figura 1.4) se le encuentra en cantidades apreciables en las espinacas, acelga, el perejil, remolacha, cacao, y tiene la capacidad de fijar calcio.

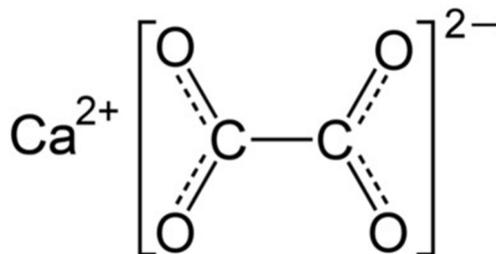


Figura 1.4 Oxalato, quelante del calcio.

- c) Las antivitaminas; Se les define como sustancias que interfieren en la síntesis y/o metabolismo de una determinada vitamina o unirse a ellas produciendo su inactividad entre las antivitaminas más conocidas tenemos:

La avidina: es una proteína presente la clara del huevo crudo que se mantiene unida a la biotina, sin embargo es destruida por acción del calor, liberándose de esta manera la biotina y siendo útil en ese momento al organismo humano.

La tiaminasa; se le encuentra en las ostras, crustáceos y peces de río. En la avitaminosis producida por dicha enzima se presentan trastornos sanguíneos como hemorragias, fiebre, daño en la medula ósea y estados neuróticos. Se destruye por acción del calor.

La ascórbico ácido oxidasa: oxida e inactiva a la vitamina C, transformándola en ácido dehidro ascórbico. Se le encuentra en diversos productos alimenticios y se le destruye por acción del calor.

### **Características higiénicas sanitarias**

Los alimentos además de ser nutritivos, debe presentar caracteres psicosensoriales aceptables, estar limpios y sobre todo carecer de agentes nocivos o perjudiciales para la salud.

La presencia de un agente nocivo en un alimento, automáticamente le hace perder sus características higiénicas así como sanitarias y queda por lo tanto inhabilitado para el consumo.

A estos agentes nocivos se le puede agrupar de la siguiente manera: agentes nocivos biológicos y agentes nocivos químicos.

**Agentes nocivos biológicos:** Aquí se encuentra la presencia de microorganismos patógenos en los alimentos y que pueden ser endógenos y exógenos.

**Agentes nocivos endógenos:** son aquellos que en el alimento trae consigo al microorganismo patógeno por hallarse la fuente de origen infectada. Citaremos los siguientes ejemplos:

En carnes; casos de carbunco: triquinosis.

En huevo; casos de salmonelosis.

En leche; casos de tuberculosis, brucelosis, etc.

**Los agentes nocivos exógenos:** Son aquellos micro organismos patógenos presentes en el alimento debido a la contaminación ambiental en alguna etapa de su obtención, elaboración o preparación. Se pueden encontrar en la mayoría de los alimentos tanto de origen animal como vegetal; ejemplos: En carnes y sus conservas se presentan casos de botulismo y en leches; casos de difteria, neumonía, etc.

**Agentes nocivos químicos:** Son aquellas sustancias químicas que se pueden encontrar en los alimentos y que dado a su naturaleza y constitución son capaces de desencadenar ciertas alteraciones o procesos tóxicos. Se le puede agrupar en las siguientes formas: **los tóxicos químicos propios y los tóxicos químicos adquiridos.**

**Los tóxicos químicos propios** son aquellos que se encuentran en los alimentos por formar parte de su constitución natural. Por ejemplo tenemos los siguientes casos:

Los carcinogénicos a nivel hepático; tales como el safrol que se encuentran en la nuez moscada, anís estrellado, hinojo y en la canela.

Los glucosidos cianogénicos; que se les encuentra en las habas, ciruelas y en las almendras amargas. Estos liberan ácido cianhídrico en el estómago.

Las solaninas; alcaloide presentes en los brotes verdes de las papas. La solanidina, es un esteroide inhibidor de colinesterasa, relacionada con la conducción de los impulsos nerviosos.

**Los tóxicos químicos adquiridos** son aquellos que su presencia en los alimentos puede deberse a una forma accidental o en su defecto son agregados a los alimentos para lograr su conservación o su aceptabilidad. Se les agrupa de la siguiente manera: incorporados voluntariamente e incorporados involuntariamente.

Voluntariamente tenemos el caso de los aditivos, tales como los aromatizantes, colorantes y conservadores que son utilizados por el código sanitario de alimentos. Otros como se mencionó agregan sustancias para atraer más captación o atracción.

Aromatizantes; el caso del uso de aceites esenciales que contienen aldehídos como el citral, el cual produce inflamación grasa del hígado y disturbios renales.

Colorantes; como el empleo de sudan III el rojo escarlata que producen sarcomas.

También se encuentran en el tapete de la discusión algunos edulcorantes no calóricos como el Ciclamato por su posible impureza y obligado metabolito, la Ciclohexilamina, la cual ha generado tumores en la vejiga, atrofia testicular y alteración de la espermatogénesis en experiencias animales.

Dentro de los Incorporados involuntariamente se consideran los casos de sustancias residuales como, por ejemplo, fertilizantes, pesticidas, insecticidas, desinfectantes, etc.

## 1.5. REQUISITOS QUE DEBE REUNIR UN ALIMENTO

Un alimento para que pueda recibir el calificativo de alimento debe reunir ciertas condiciones:

- Debe de ser agradable, desde el punto de vista sensorial.
- Digerible, en referencia a que sea degradado por acción de las enzimas digestivas.

- Asimilables, es decir cuando los nutrientes alcanzan la forma absorbible que debe pasar la membrana del enterocito y ser absorbido hacia la sangre.
- Debe suministrarse uno o más nutritivos utilizados por el organismo.
- Debe carecer de toda acción perjudicial o toxica.

### **Agradable**

Este factor es muy importante el cual nunca debe de descuidarse pues que la impresión positiva que cause un alimento previamente una buena impresión.

Debe tenerse que los caracteres tales como color, olor, sabor, aspecto, etc. son los determinantes de la aceptación o rechazo de un alimento y que un producto que no se ingiera por ser desagradable su valor como alimento será nulo.

### **Digerible**

Es decir, el alimento debe de ser susceptible de ser atacado por los jugos digestivos y ser puesto en condiciones de ser absorbido.

La digestión se refiere al proceso hidrolítico que rompe progresivamente las grandes moléculas de proteínas, carbohidratos, grasas, con la finalidad de que los productos resultantes tengan menor tamaño molecular a fin de que puedan pasar la barrera intestinal, evidentemente ayudado por mecanismo de transporte celular a nivel del enterocito.

La digestibilidad de un alimento es pues la propiedad que permite que los componentes del mismo sean transformados en principios absorbibles y asimilables.

Algunos productos, no necesitan sufrir ninguna transformación como es el caso de la glucosa; otros exigen un trabajo digestivo

muy escaso como la sacarosa que simplemente es desdoblada en glucosa y fructosa por la enzima sacarasa; en cambio para el almidón, se necesita un mayor trabajo digestivo que el de la sacarosa pero mucho menor para poner en condiciones de ser absorbibles y asimilables (bajo la forma de glucosa) en comparación con la digestión de las proteínas.

De lo dicho se deduce que no todos los alimentos sufren procesos digestivos de igual intensidad; si no que de acuerdo a su estructura y constitución química unos necesitaran trabajos digestivos más digestivos que otros. Así también hay que tener muy en cuenta que no todos los nutrientes administrados son digeridos totalmente.

Si consideramos los alimentos más comunes como por ejemplo la carne, leche, huevo, etc., veremos que ninguno de ellos es digerible en su totalidad, es decir un 100%; siempre queda un pequeño porcentaje que no alcanza a ser digerido. Debido a esto ha sido establecido el coeficiente de digestibilidad, como un índice que nos permite indicar el porcentaje de un alimento que puede ser digerido por el organismo.

### **Asimilable**

Es decir que el alimento una vez que sus componentes nutricionales complejos han sido digeridos en compuesto más sencillos, permita la absorción de los mismos. Esto es que los nutrientes una vez franqueado la barrera intestinal debe de ser aprovechado por el organismo. Los nutrientes absorbidos deben de servir para producir energía mediante su metabolismo (como es el caso de la glucosa y los ácidos grasos) y además deben de ser susceptibles de modificarse químicamente para poder entrar a formar parte de la constitución celular, como sucede con los aminoácidos al ser utilizados para reparar proteínas o el caso de la glucosa para almacenarse como glucógeno, etc.

## 1.6. CLASIFICACIÓN

### 1.6.1. Por las transformaciones que puedan experimentar

**Alimento adulterado:** Se puede considerar a aquellos

- Alimento al cual se le hayan sustituido parte de los elementos constituyentes, reemplazándolas o no por otras sustancias.
- Que haya sido adicionado por sustancias no autorizadas.
- Que haya sido sometido a tratamientos que disimulen u oculten sus condiciones originales.
- Que por deficiencias en su calidad hayan sido disimuladas sus condiciones originales.

**Alimento alterado:** Es todo alimento que por diversas causas propias del alimento (enzimáticas, microbiológicas o exposición al calor ambiental por muchas horas) no presenta las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas originales; sufriendo un deterioro que lo hace riesgoso para la salud. Por ejemplo: mantequilla rancia, embutidos descompuestos, leche ácida, frutas podridas, etc.

**Alimento falsificado:** Alimento falsificado es aquel que no tiene la composición declarada o que simula a otro. También son considerados aquellos productos cuyo envase, rótulo o etiqueta contenga diseño o declaración ambigua, falsa o que pueda inducir o producir engaño o confusión respecto a su composición intrínseca o uso. No proceda de sus verdaderos fabricantes o que tenga la apariencia y caracteres generales de un producto legítimo, protegido o no por marca registrada y que se denomine como este sin serlo.

### 1.6.2. Por las condiciones de su consumo

**Alimentos naturales.** Aquel que se ofrece tal como es producido directamente en la naturaleza o que solo ha sufrido manipulaciones mínimas. Ejemplo, el caso de las frutas.

**Alimentos frescos** Es aquel que ha sido producido, cosechado u obtenido dentro de un corto lapso de tiempo. Ejemplo, el queso, mantequilla, frutas, pescado de reciente preparación u obtención.

**Alimento perecedero:** Se integran esencialmente por los productos que tienen una vida útil muy corta, lo cual produce que entren en un proceso de descomposición muy rápido. Los productos de primera necesidad que se venden frescos son los que están más expuestos. Algunos ejemplos de este tipo de alimentos son la leche, las carnes, los huevos, las frutas y las hortalizas.

**Alimento de mayor riesgo en salud pública:** alimento que, en razón de sus características de composición especialmente en sus contenidos nutricionales, Aw (actividad acuosa) y pH favorece el crecimiento microbiano y por consiguiente cualquier deficiencia en su proceso, manipulación, conservación, transporte, distribución y comercialización, puede ocasionar trastornos a la salud del consumidor.

**Alimento contaminado:** Cuando ha sido expuesto a cualquier agente biológico o químico, causante de deterioro en el producto y en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales, o en normas reconocidas internacionalmente.

**Alimento de guarda.** Es aquel que por su naturaleza es resistente en forma limitada a la deterioración. Ejemplo, tubérculos tales como los camotes, las papas, etc.

**Alimento conservado.** Es aquel que por procesos tecnológicos ha sufrido la propiedad de poder guardársele más allá del tiempo que es característico al estado natural. Ejemplo, frutas y legumbres desecados, leches pasteurizadas.

**Alimento elaborado.** Es aquel que ha sido sometido a procesos tecnológicos que, simplificando las características del alimento, contribuye a su conservación. Ejemplo, leches evaporadas, leches desecadas, frutas ensaladas, etc.

**Alimento sustituto.** Es aquel que, sin corresponder a las características de un alimento natural, imita sus cualidades por procedimiento que son aceptados. Ejemplo: la margarina, sustitutos del café, etc.

**Alimento enriquecido:** Se llama alimento enriquecido o fortificado a aquel en cantidades de uno o varios de sus nutrientes característicos han sido incrementados industrialmente, con el propósito de lograr un mayor aporte del mismo en la dieta, asegurando así una mayor probabilidad de que la población alcance a ingerir las cantidades necesarias y recomendadas de dicho nutriente. Ejemplo, la sal iodada, las leches vitaminizadas con vitamina D y C, margarinas enriquecidas con vitamina A y D.

## 1.7. CATEGORÍAS DE LOS ALIMENTOS

**Alimento Completo:** aquel que aporta proteínas, carbohidratos y grasas, además elementos menores. Generalmente los cereales son los más completos, aunque la calidad de su proteína no es la mejor. La leche también lo es y además es equilibrado en sus macro nutrientes. Los alimentos procesados para bebés y otros para personas enfermas son muy completos. Algunos autores consideran alimentos completos los que tengan muchas proteínas y minerales.

**Alimento incompleto:** Son aquellos en que alguno o algunos de los nutrientes se encuentran en cantidades mínimas predominando otros que se encuentran en cantidades apreciables (carne, huevos, queso, bajos en carbohidratos pero con alto contenido en proteínas).

**Alimento carente:** Son aquellos en los cuales falta totalmente uno o más nutrientes o en su defecto hay ausencia de sus principios inmediatos en algunos de los nutrientes. Ejemplo; los aceites y grasas comestibles son alimentos, carentes, pues no poseen proteínas, ni carbohidratos; la gelatina es alimento carente pues no posee grasa y en lo referente de proteínas carece de triptófano (principio inmediato).



## Capítulo II

# COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS



## 2.1. NUTRIENTES MAYORITARIOS

### 2.1.1. CARBOHIDRATOS

En la dieta humana, los carbohidratos proceden de fuente vegetal, especialmente de cereales y sus derivados como las harinas, también del azúcar y las conservas.

La opinión nutricional es favorable a un nivel de carbohidratos que proporcione del 50% al 65% de la energía total, lo que corresponde a unas 1300 Kcal, si se asume un total de calorías de 2000 diarias, lo que corresponde a 325 gramos.

#### 2.1.1.1. Monosacáridos

Los monosacáridos o azúcares simples son polihidroxialdehídos y polihidroxicetonas. Es más preciso decir que son sustancias cuyo esqueleto es una cadena carbonada lineal de 3 a 7 átomos de carbono que contiene un grupo carbonilo ya sea en el extremo carbono 1 como aldehído o bien en el carbono 2 como función cetona y en donde los otros carbonos presentan función alcohol (-OH).

Los monosacáridos que contienen el grupo aldehído se denominan aldosas (Figura 2.1) y cetosas (Figura 2.2) los que tienen el grupo cetona.

También se suele incluir el número de carbonos en la nomenclatura usando los prefijos tri, tetro, pento, y hexo (o los que sean necesarios, si la cadena es de otra longitud). Así, una aldotetrosa es un azúcar (monosacárido) de cuatro átomos de carbono que lleva el grupo aldehído, y una cetohehexosa es un monosacárido de seis carbonos y tiene el grupo cetona.

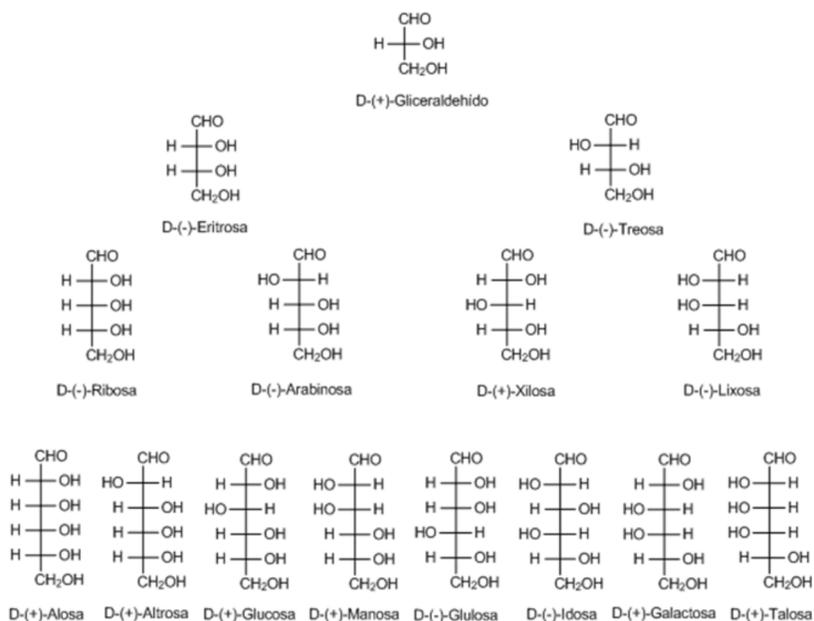


Figura 2.1 Estructura de monosacáridos del grupo de las aldosas de 3 a 6 carbonos.

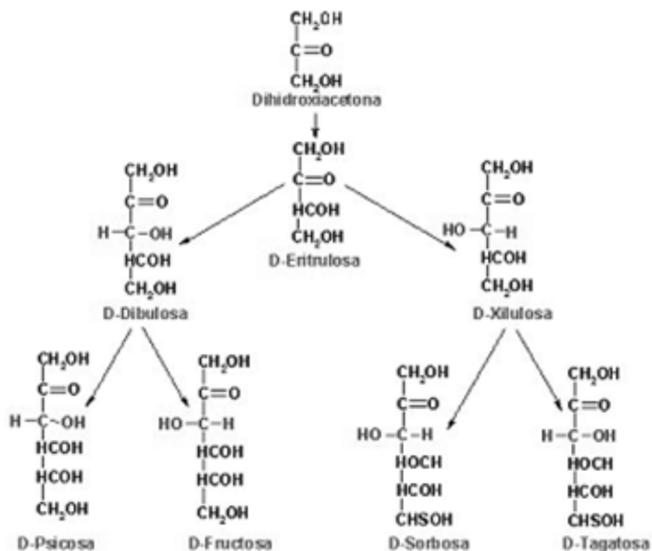


Figura 2.2 Estructuras de cetosas de 3 a 6 carbonos.

Entre los monosacáridos más comunes en los alimentos tenemos: glucosa, galactosa y la fructosa.

### 2.1.1.2. Disacáridos

Los disacáridos merecen capítulo aparte por su gran abundancia natural. Además, los disacáridos tienen un gran interés alimentario e industrial. Los tres disacáridos más abundantes e importantes son la sacarosa, la lactosa y la maltosa.

La sacarosa está constituida por la unión de una molécula de glucosa y otra de fructosa, a través de enlace glucosídico  $\alpha$ 1-2 realizada entre los carbonos anoméricos de la glucosa y la fructosa, razón por la cuál es un azúcar no reductor (Figura 2.3). La sacarosa es el azúcar de mesa, lo que basta para dar idea de su importancia industrial. La sacarosa se extrae a gran escala de la caña de azúcar y especialmente de la remolacha (al menos en España).

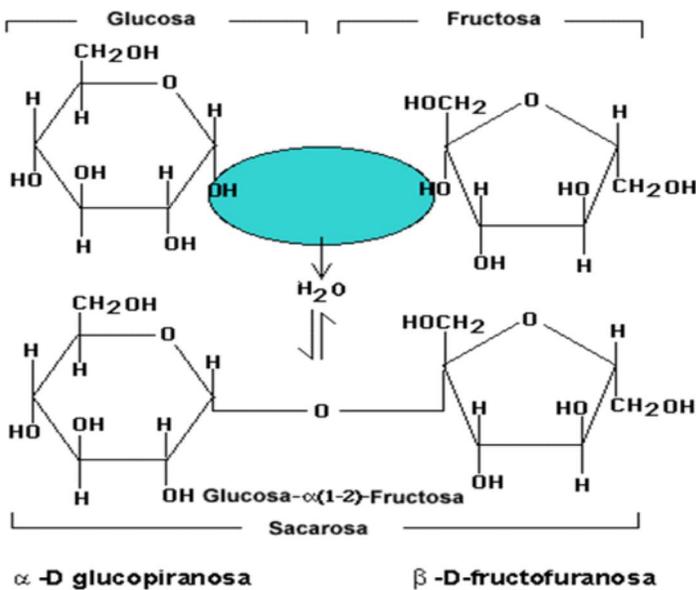


Figura 2.3 Formación de un enlace O-glicosídico.

La lactosa es el disacárido presente en la leche de los mamíferos y consta de una molécula de  $\alpha$  D- galactosa unida por su carbono anomérico a la posición 4 de una glucosa (enlace O-glicosídico  $\alpha$  1 $\rightarrow$ 4). La lactosa es escindida en sus monómeros por la enzima lactasa en el hombre y por una  $\beta$ - galactosidasa en algunos microorganismos. No es raro en el ser humano perder la capacidad de generar lactosa, especialmente en algunas etnias, lo que produce un trastorno denominado intolerancia a la lactosa. Es posible rebajar o eliminar el contenido en lactosa de algunos alimentos mediante el uso de  $\beta$ - galactosidasas obtenidas de microorganismos.

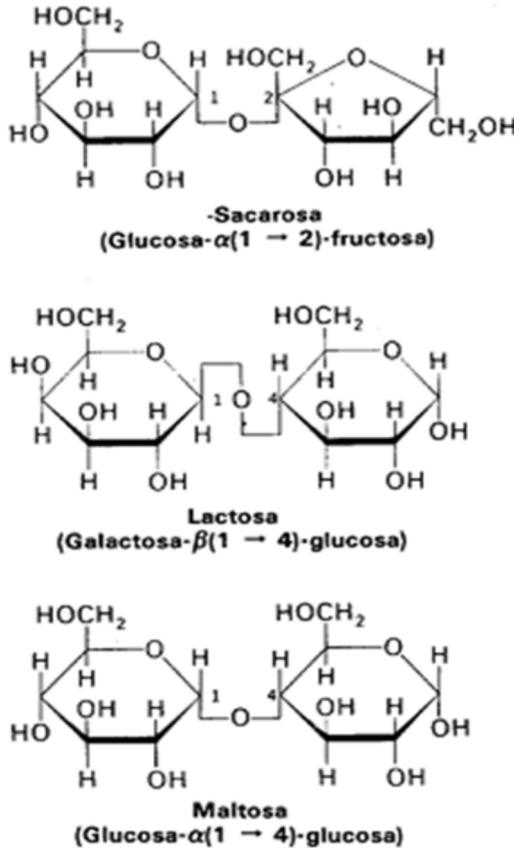


Figura 2.4 Estructura de los principales disacáridos.

La maltosa es el disacárido que se obtiene de la hidrólisis enzimática del almidón, habitualmente llevado a cabo por el enzima amilasa. La maltasa hidroliza la maltosa en dos unidades de glucosa. La maltasa es la enzima que genera de forma natural la cebada al germinar (malta=cebada germinada) y que, mediante posterior molidura, se usa para aprovechar el almidón de estos granos que de otra forma encuentran poca aplicación alimentaria. Este es uno de los pasos de la elaboración de la cerveza y whisky. Otros granos diferentes de la cebada también pueden aprovecharse de forma similar.

Tanto la maltosa como la lactosa son azúcares reductores por presentar en su estructura un carbono anomérico libre (Figura 2.4).

### 2.1.1.3. Otros oligosacáridos

#### Trisacáridos

Refinosa: Presente en soya, otras legumbres y la remolacha. Constituido por Glucosa-Fructosa-Galactosa (Figura 2.5), siendo un azúcar no reductor.

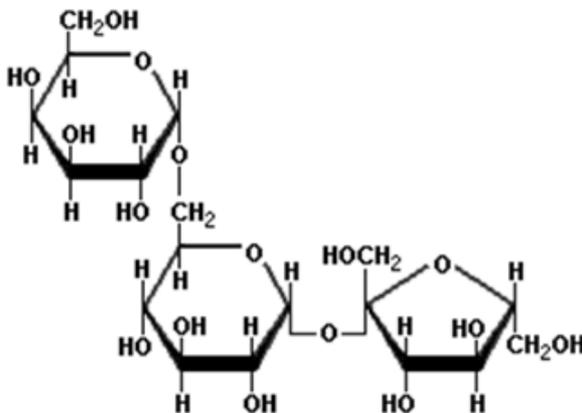


Figura 2.5 Estructura química de la refinosa.

### **Tetrasacáridos**

Estaquiosa: De manera similar está presente en la soya, otras legumbres y remolacha. Galactosa-Galactosa-Glucosa-Fructosa.

### **Pentasacárido**

Verbascosa: 3 galactosas + Una glucosa y una fructosa

### **Hexasacárido**

Ajucosa: 4 galactosas + una glucosa y una fructosa

Los oligosacáridos como la rafinosa, estaquiosa, verbascosa y ajucosa son denominados alfa galactósidos. Los alfa galactósidos están presentes en las legumbres (soya, frejoles, garbanzos y maníes) y son indigeribles.

Los alfa galactósidos no son digeridos por el hombre y los animales monogástricos debido a la ausencia de la enzima alfa-1,6 galactosidasa en la mucosa intestinal.

Como consecuencia pasan al colon y son fermentados por bacterias intestinales con una considerable producción de gas, principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrógeno (H<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>), dando lugar a flatulencia, náuseas, etc.

Entre los efectos de los alfa galactósidos tenemos

- Actúan como fibra alimentaria con efecto prebiótico.
- Efecto hipocolesterolémico.
- Disminuyen el índice glicémico.
- Los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) son absorbidos en un 90-95%. Son aprovechados por el epitelio intestinal como substrato energético para mantener su integridad y función. Destacando en este sentido el ácido butírico, por ser el principal metabolito energético utilizado por los colonocitos.

- Posible efecto antitumoral. El ácido butírico induce apoptosis en células tumorales in vitro (Posible efecto antitumoral).

#### 2.1.1.4. Polisacáridos

Se entiende por polisacárido una sustancia formada por la polimerización de monosacáridos (o alguno de sus derivados) para dar moléculas lineales o ramificadas con muchos cientos o miles de restos enganchados.

Existen los siguientes tipos de polisacáridos que se pueden clasificar por su papel de reserva o estructural:

#### Polisacáridos de reserva

##### Almidón

Es la forma más generalizada, aunque no la única, de reserva energética en vegetales. Se almacena en forma de gránulos, y puede llegar a constituir hasta el 70% del peso de granos de cereales (maíz y trigo) o de tubérculos.

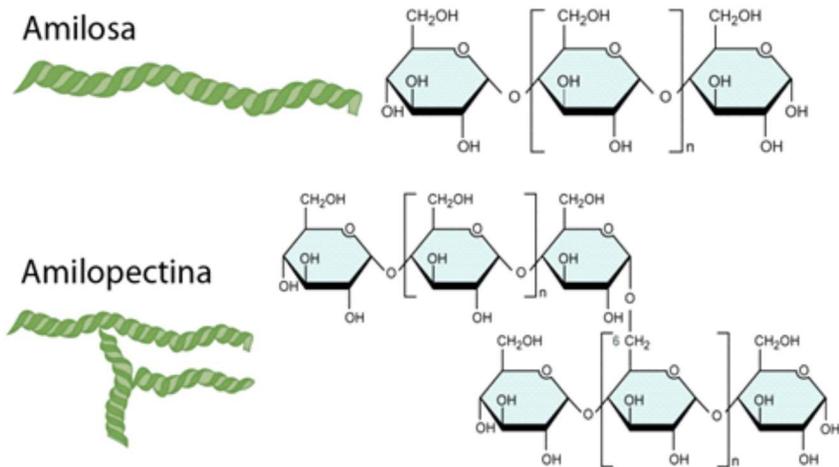


Figura 2.6 Estructura química del almidón y sus componentes.

El almidón se encuentra en semillas, raíces, tubérculos etc., lugares donde la planta almacena energía. Alimentos como el maíz tierno y las patatas tienen en torno al 15% de almidón, los cereales pueden llegar a tener el 70%. El almidón se encuentra formando granos esféricos que pueden verse al microscopio y se pueden diferenciar por su apariencia entre unas y otras especies.

El almidón está compuesto por dos polímeros distintos, ambos de glucosa, la amilosa y la amilopectina (Figura 2.6). El almidón presenta en su conjunto una estructura cristalina. Bajo luz polarizada presenta el esquema típico de "Cruz de Malta". De esta estructura cristalina es responsable la amilopectina debido a que en ella se forman Puentes de hidrógeno entre las ramificaciones dando lugar a una estructura muy estable que se puede considerar como cristalina. Se puede decir que la amilopectina es la parte insoluble mientras que la amilosa es la parte soluble.

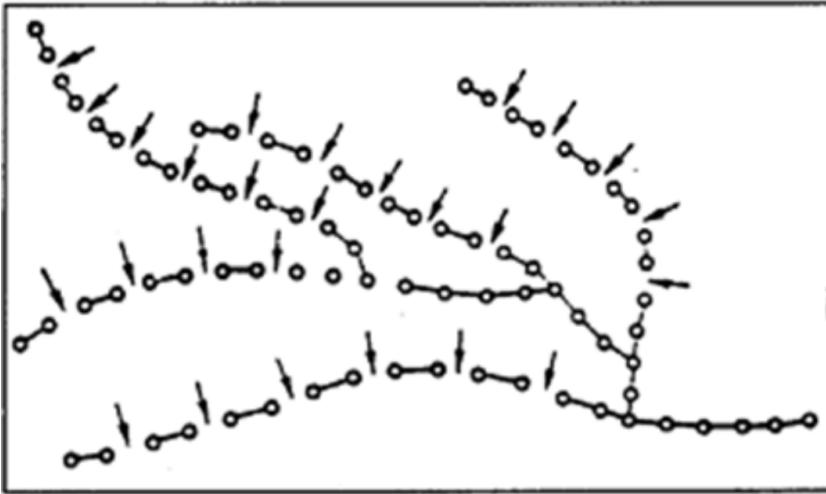
Veamos los componentes del almidón.

**Amilosa:** Polímero compuesto por unión de unidades de glucosa en enlace  $\alpha$ -glicosídico  $\alpha$ 1-4, por lo que su estructura es lineal (esto no significa que las cadenas sean rectas, sino que se enrollan formando una hélice). Aparece en una proporción en torno al 20-25% del almidón total, aunque con abundantes excepciones como son el guisante, que presenta una proporción del 60%, y en el otro lado los cereales céreos, que no presentan nada de amilosa ejemplo el maíz.

**Amilopectina:** Polímero compuesto por unión de unidades de  $\alpha$  glucosa mediante enlaces 1-4, pero ramificado con uniones 1-6 cada 20 a 25 restos de glucosa. Es la parte ramificada del almidón.

En realidad, hay que distinguir entre dos clases de amilasas: alfa y beta (en adelante  $\alpha$  y  $\beta$ ). La  $\beta$ -amilasa corta de dos en dos unidades de glucosa las cadenas de almidón, empezando por el extre-

mo no reductor (Figura 2.7). Su actividad se detiene al encontrar un enlace 1-6. Así pues, la  $\beta$ -amilasa degrada totalmente la amilosa a maltosa mientras que el producto de su acción sobre la amilopectina es maltosa y "dextrinas límite".



*Figura 2.7 Acción de las beta amilasas sobre la amilopectina.*

Por otro lado, la  $\alpha$ -amilasa degrada el almidón de una forma mucho más desordenada: ataca enlaces 1-4 en zonas aleatorias de la cadena, incluso a ambos lados de los enlaces 1-6 (Figura 2.8) dependiendo del tiempo de contacto se obtiene como producto de esta reacción un conjunto de oligosacáridos variados, en parte ramificados, denominados dextrinas, de peso molecular variable. Si se prosigue la reacción las cadenas rectas se acaban convirtiendo en maltosa y maltotriosa.

En la siguiente figura se ve un esquema de la actuación de la  $\alpha$ -amilasa.

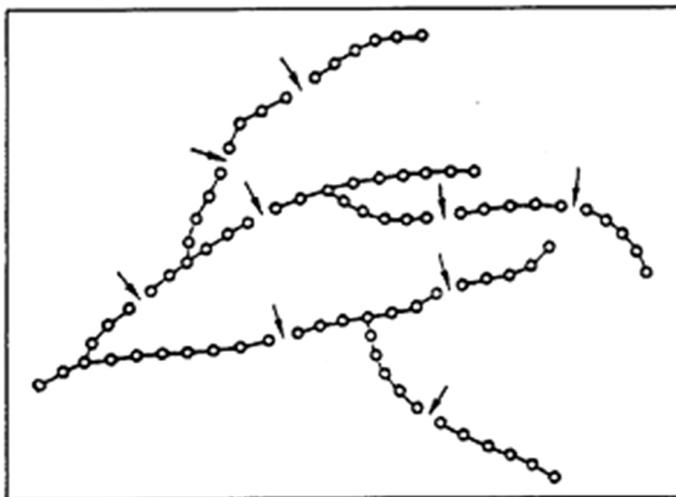


Figura 2.8 Acción de las alfa amilasas sobre la amilopectina.

**Glucógeno:** Es el polisacárido de reserva propio de los animales. Se encuentra en casi todas las células, pero su mayor concentración se encuentra en los hepatocitos y en las células musculares su concentración es más elevada. Su estructura química es similar a la de la amilopectina del almidón, aunque es más ramificada debido a que cada 8 a 12 unidades de glucosa unidas por enlace O- glicosídico alfa 1-4 presentan un punto de ramificación alfa 1-6.

### Polisacáridos estructurales

**Celulosa:** Es el principal componente de la pared celular de los vegetales. Se puede considerar como la molécula orgánica más abundante en la Naturaleza. Es un polímero lineal de varios miles de glucosas unidas por enlace O- glicosídico  $\beta$  1-4 (Figura 2.9). Su estructura lineal se caracteriza por establecer múltiples puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de distintas cadenas yuxtapuestas, haciéndolas impenetrables al agua, y originando fibras compactas que constituyen la pared celular de las células vegetales.

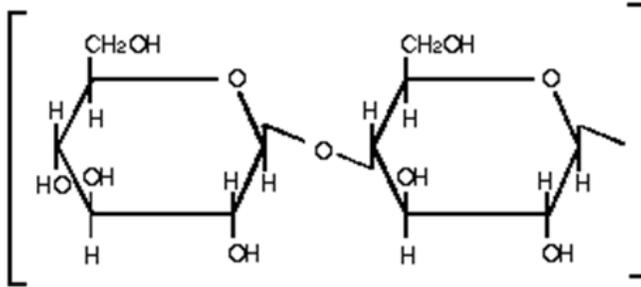


Figura 2.9 Unidad disacárida presente en la estructura de la celulosa.

**Xilanos:** Están formados por unidades de D-xilosa y son componentes de la madera. La D-xilosa es una aldopentosa, que cuando adopta su forma cerrada da lugar a un anillo piranósico. Los xilanos están formados por la unión de residuos de b-D-xilopiranosas mediante enlaces (1 $\beta$ -4). Con frecuencia los xilanos contienen monosacáridos derivados que se unen a la xilosa mediante enlaces (1 $\alpha$ -2) ó (1 $\alpha$ -3). Estas modificaciones son características para cada tipo de madera y todas estas variantes se agrupan bajo el término de hemicelulosas.

### Otros polisacáridos

Como las pectinas, agar, carragenatos y gomas (guar, tragacanto... etc.), no tienen valor alimenticio, pero desempeñan un importante papel en la elaboración de muchos alimentos al actuar como espesantes, estabilizantes.

### 2.1.2. FIBRA DIETÉTICA O DIETARIA

Está formada por sustancias no digeribles en el organismo humano como son celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina, gomas y mucílagos, y sustancias adicionadas con fines tecnológicos como agar, goma guar cartagenina, galactomananos, todas las sustancias mencionadas anteriormente son carbohidratos “no digeribles”, a

excepción de la lignina una fibra cuya estructura es un compuesto polifenólico. Los alimentos que contienen fibra se incluye entre los alimentos funcionales de diseño o nutracéuticos (“No hay que olvidar el beneficio social de éstos alimentos, ya que la función que se les atribuye es la de prevenir, e incluso curar, determinadas enfermedades”), sus principales ámbitos incluye las enfermedades cardiovasculares, el desarrollo de tumores malignos, la obesidad, el control de la función inmune, la modulación del envejecimiento y del comportamiento”.

El polisacárido **celulosa**, a partir del cual se forma la parte estructural de los tejidos vegetales, se considera “no utilizable” porque el sistema digestivo humano no posee los enzimas necesarios para degradar los enlaces  $\beta$ -(1-4) glucosídicos mediante los cuales se forma la estructura, al contrario de lo que sucede en los animales, especialmente los rumiantes, que poseen una flora microbiana capaz de producir la enzima que degrada ese polímero en glucosa, convirtiéndose en un aporte importante de energía.

**Hemicelulosa o pentosanas:** son polisacáridos como arábanos, galactanos, mananos, xilanos y ácido urónico. Esta fracción de fibra es insoluble en agua caliente, y en ácidos y base diluidos. La energía derivada de estos compuestos es muy limitada.

**Pectina:** Son polisacáridos de alto peso molecular presentes en los tejidos blandos de muchas frutas. También está presente en las legumbres. En las frutas tienen un importante papel en la textura por lo que son muy importantes en la elaboración de zumos. Hay que destacar también sus propiedades gelificantes. Estructuralmente es un éster multimetílico del ácido péctico compuesto de polímeros de cadena larga del ácido galacturónico (con algunas unidades de galactosa o arabinosa).

**Inulina:** polímero de moléculas de D-fructuosa presente en ajos y cebollas.

**Los fructooligosacáridos** son aceptados como fibra alimentaria. Provocan disminución del pH en el intestino grueso propiciando un medio ideal para el desarrollo de la flora bifidogénica, a la vez que limita el desarrollo de bacterias consideradas patógenas. Este polisacárido está presente en el yacón.

**Alginatos:** provienen de algas marrones (feofíceas). Su estructura es cadenas formadas por ácido manurónico y ácido glucurónico. Estos dos ácidos formarán bloques distintos, bloques de ácido glucurónico, o bloques de ácido manurónico o bien bloques alternantes de los dos ácidos. Los bloques de ácido glucurónico son los que forman zonas de unión para formar geles.

En función de las especies de alga se encuentran distintas proporciones manurónico/glucurónico por lo que se darán lugar geles de mayor o menor fuerza. Los alginatos con mayor proporción en ácido glucurónico son los de mayor fuerza. Estos geles se forman en frío al añadirle el catión calcio al alginato. Además, son resistentes a la temperatura por los que se les puede someter a calentamiento.

**Agar y carragenatos:** proceden de algas rojas (rodofíceas). Ambos polisacáridos están compuestos por galactosa. Los carragenatos contienen en su estructura aniones sulfatos ( $\text{HSO}_3$ ). Los dos forman geles. Las zonas de unión son por dobles hélices a partir de cadenas enrolladas. Aparte de esto, se forman unas estructuras denominadas como super uniones que son las uniones de las dobles hélices que dan lugar a las zonas de unión.

El agar se utiliza poco en la industria alimentaria pero está autorizado. Es muy resistente al calor.

Los carragenanos se utilizan más en los alimentos fundamentalmente por su capacidad de estabilizar proteínas lácteas. Las cargas negativas del sulfato reaccionan con las positivas de la caseína de la leche. Se utilizan por lo tanto para dar consistencia a los pro-

ductos lácteos. Se ha generado gran controversia con este polisacárido debido a que en estudios experimentales se ha atribuido ser cancerígeno. Sin embargo, en las cantidades utilizadas como aditivo no se tiene evidencia de generar dicho problema en el humano.

**Gomas:** no tienen capacidad para formar geles. Se utilizan para elaborar disoluciones viscosas. Pueden obtenerse de distintas fuentes como pueden ser bacterias.

Podemos destacar las siguientes gomas de bacterias. La goma de xantano que proviene de *Xanthomona campestris* que segrega la sustancia para adherirse a los árboles. Da lugar a soluciones viscosas, que tienen propiedades tixotrópicas, es decir, que cuando están en reposo tienen una viscosidad elevada pero al agitarse la viscosidad disminuye mucho. La goma de gelano que proviene de *Pseudomonas*.

Otras gomas provienen de exudados de plantas diferentes de los cereales. Entre estas podemos destacar:

Goma arábica: se obtiene de las acacias.

Goma de tragacanto que se obtiene de *Astragalus*.

Finalmente, otras se obtienen de semillas:

Gomas guar: Semillas de una leguminosa.

Goma de garrofin: se obtiene de la algarroba.

Desde el punto de vista dietético hay polisacáridos amiláceos (almidón) y no amiláceos. Los no amiláceos no son digeribles por organismo por lo que no aportan energía. Esto se comprueba porque no son degradados por amilasas (como la maltasa).

**Quitina:** presente en el exoesqueleto del cangrejo, así como en los insectos es un polímero de la glucosamina.

La fibra dietética o dietaria total (FDT) es un concepto usado en nutrición humana, para denominar los remanentes de las paredes

celulares vegetales que resisten la hidrólisis por las enzimas digestivas del hombre. La fibra juega papel importante en el tracto gastrointestinal ya que aumenta el tamaño de la materia fecal, disminuye absorción de carbohidratos digeribles, previene enfermedades como diverticulosis, los problemas cardiovasculares, el cáncer de colon y la diabetes. Contrariamente su consumo ha estado ligado a la baja de la biodisponibilidad de algunos minerales como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ , aunque hay mucha inconsistencia en las investigaciones.

En general, se estima que el consumo de 20 a 30 g de fibra no tiene ningún problema en la biodisponibilidad de minerales. En vista de los beneficios anteriores, se considera deseable un consumo de 3–5 porciones de vegetales y frutas y también de cereales integrales. La demostración de que cierta proporción del almidón, especialmente sometido a tratamientos térmicos, escapa a la digestión del intestino delgado ha dado lugar al concepto de almidón resistente. Dicho almidón se forma durante la retrogradación de la amilasa y por lo tanto existen grandes cantidades en alimentos como patatas, algunos autores han encontrado este producto en algunas frutas. En la actualidad hay desacuerdo en si se debe incluir o no en la fibra dietaria.

### 2.1.3. LÍPIDOS

Los lípidos proporcionan la mayor cantidad de energía que requiere el hombre, aportando a igualdad de peso más del doble de la energía de carbohidratos y proteínas. Además, inciden en sabor y textura. Son fuentes primarias de lípidos huevos, carne, lácteos, margarina, mantequilla, aceites. Químicamente consisten en esterres que proviene de ácidos grasos (ácidos carboxílicos de cadenas largas). Son insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicas.

### ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos son moléculas formadas por una larga cadena hidrocarbonada de tipo alifático, es decir, lineal, con un número

par de átomos de carbono (aunque también existen algunos con cadenas ramificadas o un número impar de átomos de carbono). Todos los ácidos grasos tienen un grupo carboxilo (-COOH en un extremo de la cadena), se trata por tanto de ácidos monocarboxílicos. Se representan de la siguiente forma R-COOH, donde R simboliza una cadena carbonada que varía de un ácido graso a otro.

Tabla 2.1  
Nomenclatura de los ácidos grasos más comunes en la alimentación

Saturados	Nombre Químico	Fórmula empírica	Símbolos	Punto de fusión (PF°C)
Butírico	Butanoico	$C_4H_8O_2$	$C_4:O$	-4,3
Caproico	Hexanoico	$C_6H_{12}O_2$	$C_6:O$	-2,0
Caprílico	Octanoico	$C_8H_{16}O_2$	$C_8:O$	16,5
Cáprico	Decanoico	$C_{10}H_{20}O_2$	$C_{10}:O$	31,4
Láurico	Dodecanoico	$C_{12}H_{24}O_2$	$C_{12}:O$	44,0
Mirístico	Tetradecanoico	$C_{14}H_{28}O_2$	$C_{14}:O$	63,0
Palmitico	Hexadecanoico	$C_{16}H_{32}O_2$	$C_{16}:O$	68,0
Esteárico	Octadecanoico	$C_{18}H_{36}O_2$	$C_{18}:O$	71.5
Insaturados	Nombre Químico	Formula empírica	Símbolos	Punto de fusión (PF°C)
Palmitoléico	Hexadecenoico	$C_{16}H_{30}O_2$	$C16:1^{\Delta}9$	1.5
Oleico	Octadecenoico	$C_{18}H_{34}O_2$	$C18:1^{\Delta}9$ $C18: \omega 9$	16.3
Linoléico	Octadecadienoico	$C_{18}H_{32}O_2$	$C18:2^{\Delta}9,12$ $C18: 2\omega 6$	-5.0
Linolénico	Octadecatrienoico	$C_{18}H_{30}O_2$	$C18:3^{\Delta}9,12,15$ $C18:3\omega 3$	-11.3
Araquidónico	Eicosatetranoico	$C_{20}H_{32}O_2$	$C20:4^{\Delta}5,8,11,14$ $C20:4\omega 6$	-49.5

Los ácidos grasos son poco abundantes en estado libre y se obtienen mediante la hidrólisis de otros lípidos. Las dos características diferenciales de los ácidos grasos son: la longitud de la cadena alifática y la presencia de dobles enlaces (insaturaciones) en la molécula. Se conocen unos setenta ácidos grasos, que se pueden clasificar en dos grupos en función de la presencia o no en su molécula de dobles enlaces: los ácidos grasos saturados y los ácidos grasos insaturados (Tabla 2.1).

### ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

Son aquellos que sólo tienen enlaces simples entre los átomos de carbono. Las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos saturados se disponen en el espacio en zigzag, con ángulos de  $100^\circ$  entre los enlaces (Figura 2.10). Los principales ácidos grasos saturados son el palmítico, que abunda en las grasas animales y en la manteca de cacao, el mirístico, el láurico, el esteárico, etc.

Las grasas saturadas son generalmente sólidas a temperatura ambiente. Pueden ser de origen animal como: mantequilla, natilla, crema, queso crema, embutidos y cortes de carnes “gordos”. También las margarinas que proceden de acetites vegetales hidrogenados contienen ácidos grasos saturados, aunque en menor cantidad que las de origen animal. El aceite de coco, aunque, es líquido es una excepción porque en su composición contiene una mayor cantidad de ácidos grasos saturados. El aceite de palma es otro aceite vegetal con ácidos grasos saturados.

Ácido graso saturado

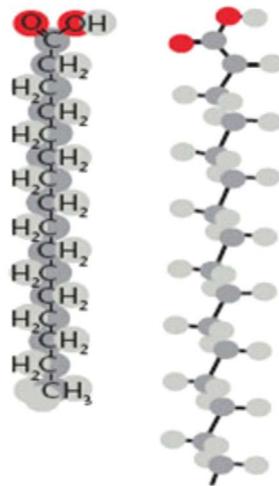


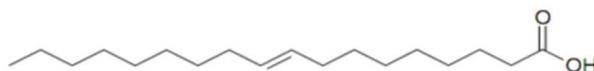
Figura 2.10 Estructura tridimensional de un ácido graso saturado.

## ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS

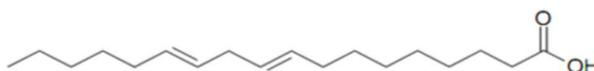
Son aquellos que tienen uno o varios enlaces dobles en su cadena hidrocarbonada. Las moléculas de los ácidos grasos insaturados presentan codos, con cambio de dirección, en los lugares donde aparece un doble enlace entre átomos de carbono. Las grasas insaturadas son líquidas a temperatura ambiente. Generalmente son de origen vegetal como los aceites de: maíz, soya, oliva, girasol, algodón, canola.

Los ácidos grasos que presentan un enlace doble carbono-carbono son denominados ácidos grasos monoinsaturados, como es el caso del ácido oleico (Figura 2.11). Cuando poseen dos a más dobles enlaces se denominan ácidos grasos poliinsaturados: tres de ellos, el ácido linoleico, el ácido linolénico y el araquidónico, reciben el nombre de ácidos grasos esenciales para el hombre y otros animales, son imprescindibles para el normal funcionamiento del organismo, y como no pueden ser sintetizados, deben ingerirse con la dieta.

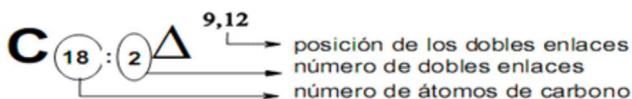
- Ácido Oleico:



- Ácido Linoleico:



**Forma de designarlos o representarlos:**



C 18:1  $\Delta$ 9 : ácido oleico

C 18:2  $\Delta$ 9,12 : ácido linoleico

Figura 2.11 Estructura química y representación del ácido oleico y linoleico.

Ácidos Grasos Omega ( $\omega$ ): Se refiere a la posición del primer doble enlace a partir del extremo hidrocarbonado (o  $\text{CH}_3$  terminal) opuesto al grupo  $-\text{COOH}$ .

Los aceites de pescados son ricos en AG de la serie  $\omega$ -3 porque vienen del linolénico (esencial), que obtienen del fitoplancton que comen.

Los ácidos grasos esenciales son cruciales para el desarrollo normal fetal e infantil, y la deficiencia de los mismos produce trastornos.

Es preferible el consumo de grasas insaturadas en cantidades moderadas (no excesivas) para reducir el riesgo de padecer de enfermedades crónicas y disminuir el de grasas saturadas.

A continuación, en la tabla 2.2 se muestran los tipos de ácidos grasos y sus fuentes.

Tabla 2.2  
Alimentos fuentes de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados

ALIMENTOS RICOS EN LOS DISTINTOS TIPOS DE ÁCIDOS GRASOS	
Tipo de grasa Fuentes	Fuentes
Saturada	Mantequilla, queso, carne, productos cárnicos (salchichas, hamburguesas), leche y yogur enteros, tartas y masas, manteca, sebo de vaca, margarinas duras y grasas para pastelería, aceite de coco y aceite de palma.
Monoinsaturada	Olivas, colza, frutos secos, almendras, avellanas, nueces, cacahuetes, aguacates y sus aceites.
Poliinsaturada	<p><u>Grasas poliinsaturadas omega-3:</u> Salmón, caballa, sardinas, trucha (especialmente ricos en ácidos grasos omega-3 de cadena larga, ácido eicosapentanoico (EPA) y ácido docosahexanoico (DHA). Nueces, semillas de colza, semillas de soja, semillas de lino y sus aceites (especialmente ricos en ácido alfa-linolénico (ALA).</p> <p><u>Grasas poliinsaturadas omega-6:</u> Semillas de girasol, germen de trigo, sésamo, nueces, soja, maíz y sus aceites.</p>

## LÍPIDOS SIMPLES

Sólo contienen carbono, oxígeno e hidrógeno, y por ello también se los denomina lípidos ternarios. Comprenden dos grupos de lípidos: los acilglicéridos y los céridos.

**A) Acilglicéridos.** Son lípidos simples formados por la esterificación de una, dos o tres moléculas de ácidos grasos con el glicerol (propanotriol). Se conocen también como glicéridos, grasas neutras o grasas simples. Según el número de ácidos grasos que forman la molécula de los acilglicéridos, se distinguen tres tipos de estos lípidos. Los monoacilglicéridos, que contienen una molécula de ácido graso; los diacilglicéridos, con dos moléculas de ácidos grasos; y los triacilglicéridos, con tres moléculas de ácidos grasos.

Los acilglicéridos son insolubles en agua. Sólo los monoacilglicéridos y los diacilglicéridos poseen cierta polaridad debida a los radicales hidroxilos libres de la glicerina. Los triacilglicéridos, al carecer de polaridad, se denominan grasas neutras. Son moléculas poco densas, por lo que flotan en el agua. Son saponificables frente a la acción de álcalis.

Las grasas son sustancias que cumplen la función de reserva energética en el organismo. Se almacenan en los adipocitos del tejido adiposo. Los depósitos de grasa subcutáneos sirven también para conservar el calor del cuerpo y como almohadilla protectora frente a golpes y contusiones. Su combustión metabólica produce 9,4 kilocalorías por gramo.

También los acilglicéridos se almacenan en las vacuolas de células vegetales (sobre todo en los frutos y semillas de plantas oleaginosas).

**B) Céridos.** Son lípidos que se obtienen por esterificación de un ácido graso con un alcohol monovalente de cadena larga. Tienen un fuerte carácter lipófilo, por lo cual la unión de moléculas de céridos,

también llamados ceras, origina láminas impermeables de naturaleza sólida que protegen muchos tejidos y formaciones dérmicas de animales (pelos, plumas, etc.), forma la cutícula del exoesqueleto de insectos, así como la capa protectora de las hojas, fruto y tallos jóvenes en las plantas.

Entre las ceras más conocidas se encuentran la cera de abeja compuesta por ésteres del ácido palmítico (entre 26 y 34 átomos de carbono), que es la sustancia con la que constituyen los panales; la lanolina o grasa de la lana de oveja; el aceite de esperma producido por el cachalote, que se utilizó en épocas pasadas como lubricante excelente; el cerumen del conducto auditivo, etc.

## LÍPIDOS COMPUESTOS

Los lípidos compuestos son aquellos que, además de carbono, hidrógeno y oxígeno, poseen nitrógeno, fósforo, azufre o un glúcido. En su composición, por tanto, intervienen sustancias lipídicas, y otros componentes no lipídicos (alcoholes, glúcidos, ácidos inorgánicos, derivados aminados, etc.). Son moléculas constitutivas de la doble capa lipídica de las membranas citoplasmáticas, por lo que también se los denomina lípidos de membrana.

Al igual que los ácidos grasos, estos lípidos tienen un comportamiento anfipático. En contacto con el agua, los lípidos complejos se disponen formando bicapas, en las que los grupos lipófilos o apolares quedan en la parte interior y los grupos hidrófilos o polares en la exterior, enfrentados a las moléculas de agua. Los lípidos compuestos se dividen en dos grandes grupos los fosfolípidos (se incluye en este grupo fosfoglicéridos y esfingomielinas) y los glucolípidos.

## FOSFOGLICÉRIDOS

Son lípidos compuestos en cuya estructura química la conforma el ácido fosfátidico unido a un alcohol o un aminoalcohol.

El ácido fosfatídico es un éster de una molécula de ácido ortofosfórico (el fosfato) con un diacilglicérido, que tiene un ácido graso insaturado. Entre los fosfoglicéridos que contienen alcoholes destacan el fosfatidilinositol, que contiene el polialcohol inositol, y la fosfatidilglicerina, cuyo alcohol es la glicerina o propanotriol.

Los fosfoglicéridos con aminoalcoholes más conocidos son la fosfatidil etanolamina o cefalina, cuyo aminoalcohol es la etanolamina, presentes principalmente en el cerebro; la fosfatidilcolina o lecitina, cuyo aminoalcohol es la colina, siendo su fuente principal la yema de huevo; y la fosfatidilserina, presente en el cerebro, y que tiene el aminoalcohol serina. De todos ellos en la industria alimentaria es muy utilizado la lecitina por su propiedad emulsificante.

Los fosfoglicéridos (Figura 2.12) tienen mucha importancia biológica, debido a que son parte integral de las membranas y de otros constituyentes de las células, y representan hasta el 90% de los lípidos de la mitocondria.

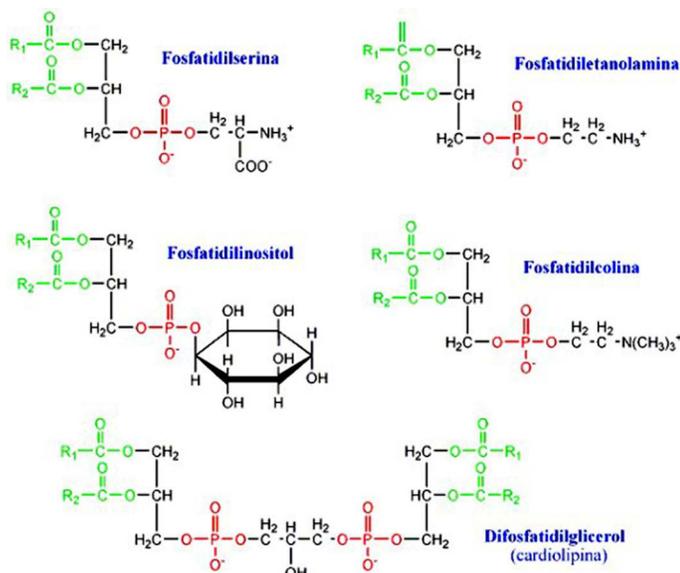


Figura 2.12 Estructura química de los principales fosfoglicérido.

## FOSFOESFINGOMIELINAS

Está conformado por la unión de un ácido graso a un aminoalcohol denominado esfingosina, al cual se une un grupo fosfato y a este la colina (Figura 2.13).

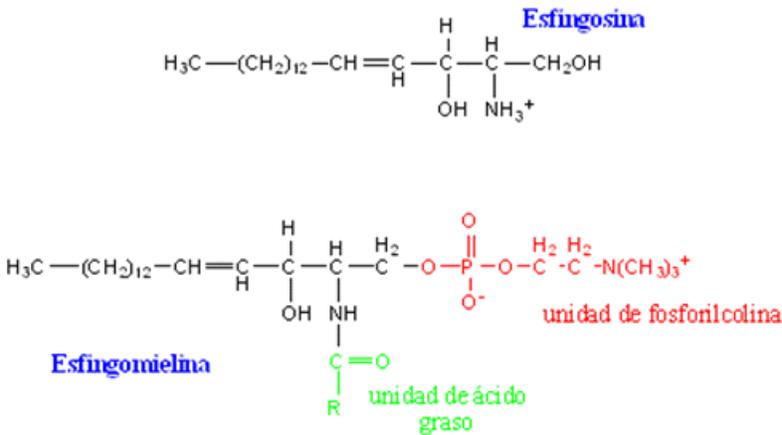


Figura 2.13 Estructura química de una esfingomielina.

## LÍPIDOS DERIVADOS

Son lípidos que provienen de los isoprenoides para generar estructuras diversas. Dentro de ellos tenemos el colesterol, las vitaminas liposolubles, carotenoides, y diversos terpenoides (Figura 2.14).

Los carotenoides son pigmentos que se encuentran en las frutas y verduras, pueden otorgar coloraciones amarillas, rojas o naranjas, más adelante se explicará la propiedad antioxidante de estas moléculas. Los monoterpenos son lo que brindan el aroma a determinadas frutas y en el caso de los fitosteroles se sintetizan principalmente en la soya. Sin embargo, en los alimentos de origen animal de los isoprenos se genera el esteroide más importante el colesterol del cual nos ocuparemos a continuación.

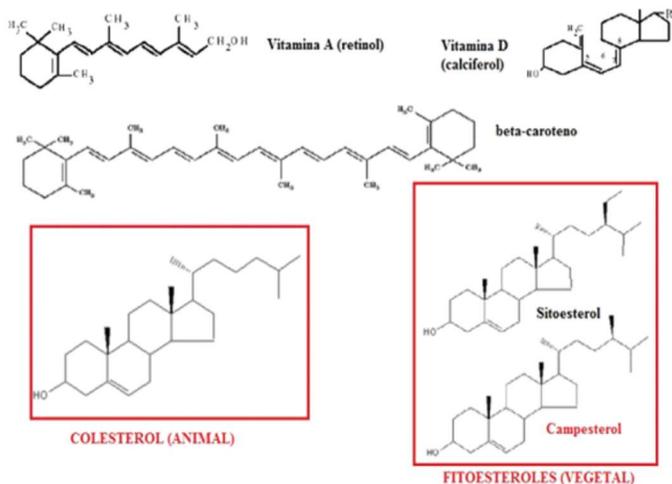


Figura 2.14 Estructura química de principales lípidos asociados en los alimentos.

## COLESTEROL

Es un esteroide cuya estructura básica es el ciclopentanoperhidrofenantreno, tiene múltiples funciones en el organismo humano porque es precursor de hormonas sexuales y de las suprarrenales así como de los ácidos biliares y el calciferol (Vitamina D). Sin embargo, niveles elevados de colesterol en plasma conllevan a diversas dislipidemias las cuales se relacionan con la formación de las placas de ateroma y enfermedades cardiovasculares diversas.

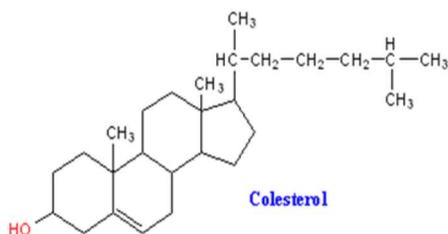


Figura 2.15 Estructura química del colesterol.

A continuación, en la tabla 2.3 se presentan las fuentes más importantes de colesterol presentes en los alimentos.

Tabla 2.3  
Fuentes alimentarias de colesterol

ALIMENTOS	COLESTEROL (mg/100g)	Kcal
Yema de huevo	1,480	352
Huevo entero	504	155
Hígado de ternera	300	134
Hígado de cerdo	300	134
Riñones	375	120
Sesos	2,200	120
Carne de cerdo	100	290
Carne de cordero	70	290
Carne de pollo	80	150
Carne de ternera	90	150
Carne de caballo	60	130
Carne de res	70	130
Carne de conejo	50	120
Carne de pavo	90	170
Mantequilla de cerdo	106	630
Grasa visible (carne)	90 - 100	600
Jamón serrano	125	375
Jamón york	70	130
Clara de huevo	0	53
Leche entera	14	68
Leche descremada	0	36
Mantequilla	250	630
Margarina vegetal	0	630
Margarina mixta	50	630
Trucha	57	100
Salmón	57	150
Bacalao	44	75
Merluza	25	75
Sardinas	80	150
Rape	44	75
Atún fresco	80	75
Atún en lata	80	150
Queso bola semiseco	125	400
Queso Emmental	145	400
Queso Camembert	140	400
Ostras	200	50
Gambas	125	100
Langosta	200	100
Mejillones	150	65
Fruta fresca	0	35 - 60
Verduras	0	10.- 50
Arroz hervido	0	355
Papas	0	88
Aceite de maíz	0	900
Aceite de oliva	0	900
Aceite de girasol	0	900
Aceite de soya	0	900
Legumbres	0	350
Frutos secos	0	600

### 2.1.4. PROTEÍNAS

La palabra proteína viene del griego proteios que quiere decir primera calidad. Tienen peso molecular alto, por ejemplo: hemoglobina 67000, gamaglobulina 157000, insulina 50000. Son polímeros cuyas unidades básicas son aminoácidos unidos por enlaces peptídicos (Figura 2.16).

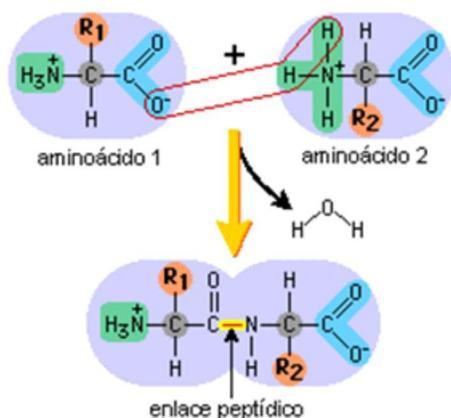


Figura 2.16 Generación de un enlace peptídico.

Las proteínas proceden de fuentes animales y vegetales; carne, pescado, leche, huevos, cereales, leguminosas, semillas y frutos de nuez. Los contenidos pueden apreciarse en la tabla 2.4.

Tabla 2.4  
Contenido proteico (% p/p) de algunos alimentos

Alimentos de origen Vegetal	Alimentos de origen animal
Granos de soja 35 %	Carne 20%
Biscochos 10%	Pescado 20%
Pan blanco 7,2 %	Huevos de 50g 13%
Legumbres frescas 0,5% a 4%	Leche de vaca 3,5%
	Queso 5% a 30%

Las enzimas del tracto gastrointestinal se encargan de hidrolizar las proteínas, y los aminoácidos liberados son absorbidos hacia la corriente sanguínea donde se utilizan en la síntesis de proteínas requeridas para el crecimiento, mantenimiento y reparación de células del cuerpo.

Algunos aminoácidos se forman a medida que se requieren pero otros deben obtenerse del alimento, estos son llamados esenciales, no obstante los demás también son importantes. Se encuentran 20 aminoácidos de los cuales ocho son esenciales (en niños son 10): Leucina, isoleucina, lisina, valina, triptófano, metionina, fenilalanina, treonina (niños arginina e histidina)

Los 12 aminoácidos no esenciales corresponden a: alanina, glicina, serina, tirosina, cistina, hidroxiprolina, prolina, ácido aspártico, asparraginina, ácido glutámico, glutamina, arginina, histidina. La fenilalanina es precursora de la tirosina y la metionina de la cistina. La prolina e hidroxiprolina son  $\alpha$ -iminoácidos.

Las proteínas del huevo y de la leche humana, aportan todos los aminoácidos esenciales y están en el tope de la escala de valor nutritivo si se consumen en cantidades adecuadas. Si estas proteínas se administran a animales de laboratorio, se consumen prácticamente en 100%, por lo cual se dice que tienen Valor Biológico de 100, ninguna otra proteína es tan buena. Siguen en valor biológico leche de vaca, pescado, carne, siguiendo proteínas vegetales trigo, arroz, judías, frutos de nuez. La proteína de leche de vaca es pobre en metionina y cisteína, la proteína de trigo es deficiente en lisina, por lo cual la lisina es el aminoácido limitante.

La mezcla de diferentes aminoácidos producirá un mayor valor biológico del que podría esperarse del promedio de los valores biológicos, se dice que las proteínas se complementan. La Organización de Alimentos y Agricultura (FAO), le da a la proteína del huevo un

valor biológico de 93,7 (otros autores le asignan 100) por encima de la leche con 84,5, el pescado 76, la carne 74,3, el frijol de soya 72,8 y las leguminosas secas con 58%.

## **PRINCIPALES PROTEÍNAS EN LOS ALIMENTOS**

A continuación, se presenta una lista de nombres de proteínas más comunes para determinados alimentos:

- Huevo: Ovoalbumina (Clara) Vitelina (Yema)
- Leche: Caseína, Lactoalbuminas, lactoglobulinas
- Carne: Miosina, Mioglobina
- Trigo: Glutenina y Gliadina (GLUTEN)
- Maíz: Zeína
- Arroz: Orizenina
- Cebada: Hordeína
- Soya: Glicinina
- Mani: Araquina, conaraquina

### **2.1.5. VITAMINAS**

Las vitaminas cumplen rol importante en la regulación de las reacciones enzimáticas que se desarrollan en las células del organismo humano. Las vitaminas del complejo B entre ellas la tiamina (vitamina B1) riboflavina (Vitamina B2) niacina (Vitamina B3), ácido pantoténico (Vitamina B5) son requeridas en el ciclo de Krebs para la generación de ATP (Moneda energética). La vitamina B6 es esencial en las reacciones de transaminación y la formación de los neurotransmisores. La vitamina B8 es importante en la síntesis de ácidos grasos, así como también en los inicios del proceso de síntesis de novo glucosa (gluconeogénesis) durante los estados de ayuno. La vitamina B9 y B12 están muy relacionadas con la hematopoyesis y maduración de los glóbulos rojos.

Sin embargo, la Vitamina C otra vitamina hidrosoluble está muy relacionada con la función antioxidante al proteger a las membranas celulares de la acción de agentes oxidantes en especial de los radicales libres.

Las vitaminas liposolubles A, D E y K son vitales en muchos procesos fisiológicos, así tenemos la vitamina A es indispensable en el proceso de crecimiento de las células epiteliales, y finalmente es muy necesaria para la formación del pigmento rodopsina para la visión.

La vitamina D participa como hormona estimulando la síntesis de la proteína fijadora de calcio denominada calbindina a nivel de los enterocitos, favoreciendo de esta manera la absorción de este mineral.

La vitamina E tiene rol antioxidante a nivel de la membrana frente a diversos radicales libres, evitando la lipoperoxidación de las membranas. También evita la oxidación de la LDL y de esta manera evitaría el inicio de la aterogénesis provocada por las LDL oxidadas.

Finalmente, la vitamina K tiene su función de participar en el proceso de la coagulación sanguínea al estimular en las reacciones que estimulan a los factores proteicos de la coagulación desarrolladas por la enzima gamma glutamil carboxilasa. A continuación, se muestran en la tabla 2.5; las funciones de las diversas vitaminas y sus fuentes.

Tabla 2.5  
Funciones de las principales vitaminas presentes en algunos alimentos

Vitamina	Función en el organismo	Síntomas de deficiencia	Fuentes veganas
Vitamina A	Crecimiento, piel saludable, cabello, dientes, ojos, resistencia a infecciones esencial para la visión.	Heridas en la boca y en las encías, baja resistencia a las enfermedades, problemas de piel, ceguera nocturna, caspa, caída de las uñas.	Zanahorias, tomates, espinacas, pasas, ciruelas, frijoles, perejil, peras, lechuga.

Tabla 2.5 (Cont.)

Vitamina	Función en el organismo	Síntomas de deficiencia	Fuentes veganas
Vitamina B1 (Tiamina)	Crecimiento, función correcta del sistema nervioso, obtención de energía de los carbohidratos, se ocupa del buen rendimiento de los músculos, del corazón y del cerebro.	Disminución de la memoria, falta de atención, flaqueza muscular, reducción de la capacidad mental, fatiga, pérdida del apetito.	Arroz integral (el arroz blanco no), judías, harina entera, de trigo, extracto de levadura, frijoles, germen de trigo, tofu, nueces, cacahuets, avena, pan, lentejas.
Vitamina B2 (Riboflavina)	Obtención de energía, ayuda a crear los anticuerpos. Actúa en la regeneración sanguínea, en el hígado, en el trabajo cardíaco y en el aparato ocular.	Heridas en la esquina de la boca, afecciones en la piel, inflamación en la córnea inflamación de la lengua.	Aguacate, avellanas, espinacas, levadura de cerveza, nueces, perejil, plátano, melón.
Vitamina B5 (Niacina)	Obtención de energía, cabello saludable, esencial para producción de hormonas sexuales, ayuda al uso orgánico de proteínas, hierro y calcio.	Pelagra: Dermatitis (enrojecimiento y descamación).Diarrea (y lesiones en la lengua). Demencia (y alucinaciones, delirios, amnesia.	Calabaza, cacahuets, levadura de cerveza, pimiento dulce, tofu, arroz integral, almendras, pipas de girasol.
Vitamina B6	Formación de la hemoglobina y anticuerpos en la sangre, trata problemas en la menstruación de la mujer, metaboliza las proteínas.	Pelagra, calambres musculares.	Levadura de cerveza, judías, lentejas, banana, tofu, nueces, avellanas.
Vitamina B12	El más poderoso elemento antianémico conocido, vital para la producción de hemoglobina, esencial para la división celular, crecimiento y obtención de energía de los carbohidratos, salud del sistema nervioso y reproductivo.	Cansancio, heridas en la lengua; formación anormal de la sangre que conduce a una anemia.	Levadura de cerveza, leche de soja, fortalecida, brotes de alfalfa, misio.

Tabla 2.5 (Cont.)

Vitamina	Función en el organismo	Síntomas de deficiencia	Fuentes veganas
Vitamina C	Crecimiento de los huesos, curación de las heridas, previene infecciones, vital para una función vital de los nervios y el cerebro, piel saludable, dientes, cabello, glándulas adrenales, y capilares, encías, incrementa la absorción de hierro.	Encías sangrantes, lenta curación de las heridas, depresión, dolor en las articulaciones.	Cítricos, verduras verdes, patata, tomates, pimientos, pasas.
Vitamina D	Es esencial para mantener y movilizar al calcio y el fósforo en el organismo, sistema nervioso saludable, corazón, piel, glándula tiroides.	Reblandecimiento de los huesos.	Pescados grasos, hígado, queso y yema de huevo.
Vitamina E	Componente de todas las membranas, celular, baja la presión sanguínea	Su deficiencia provoca la esterilidad.	Fruta, nueces, aceites, vegetales, verduras verdes.
Vitamina K	Su función específica es coagular la sangre	Es muy difícil que pueda llegar a ser insuficiente, ya que los microbios del intestino la suministrarán.	Avena, patata, Zanahoria, col, coliflor, guisantes espinacas, soja, trigo, fresas.

## 2.1.6. MINERALES

### Selenio (Se)

Al Se le implica en la defensa del organismo frente al estrés oxidativo. Forma parte de la glutatión peroxidasa, enzima que tiene función antioxidante en las membranas frente a  $H_2O_2$ , hidroperóxidos y radicales libres (Figura 2.17). Entre las fuentes alimentarias están cereales y derivados, el pescado, verduras y hortalizas como el brócoli.

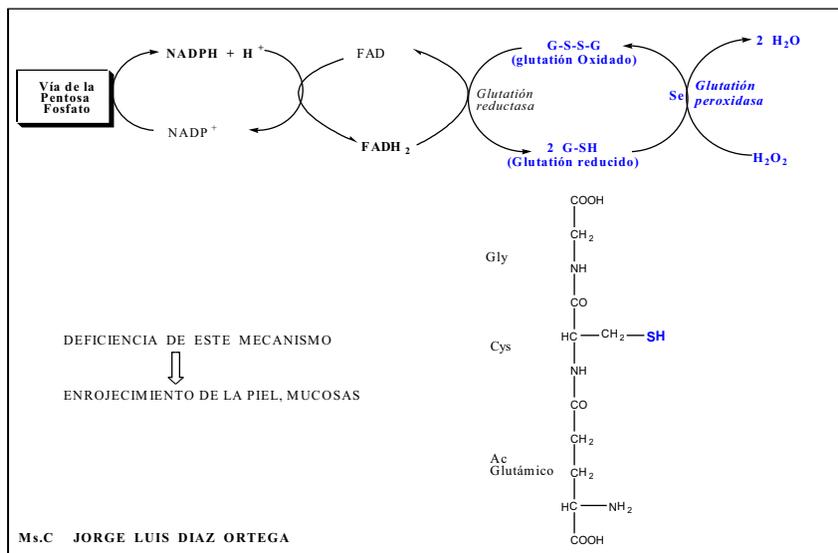


Figura 2.17 Selenio como cofactor de glutación peroxidasa.

## Zinc

El zinc participa como cofactor de la enzima superóxido dismutasa (SOD), enzima que se encuentra dentro de las células y que remueve los radicales libres anión superóxido.

Es necesario para la actividad de las ARN polimerasas, Factores de transcripción dependiente de metal---expresión de los genes.

Constituyente de enzimas del metabolismo intermediario (de carbohidratos lípidos y proteínas) e insulina.

Participa en la maduración sexual debido a que interviene en el metabolismo de la testosterona

Es esencial en el crecimiento y desarrollo debido a que interviene en la síntesis de colágeno

También participa en la cicatrización Participa de manera importante en la agregación plaquetaria

Participa en el metabolismo de la Vitamina A.

Posibilita la conversión de Retinol en retinal y viceversa mediante una deshidrogenasa dependiente de NAD.

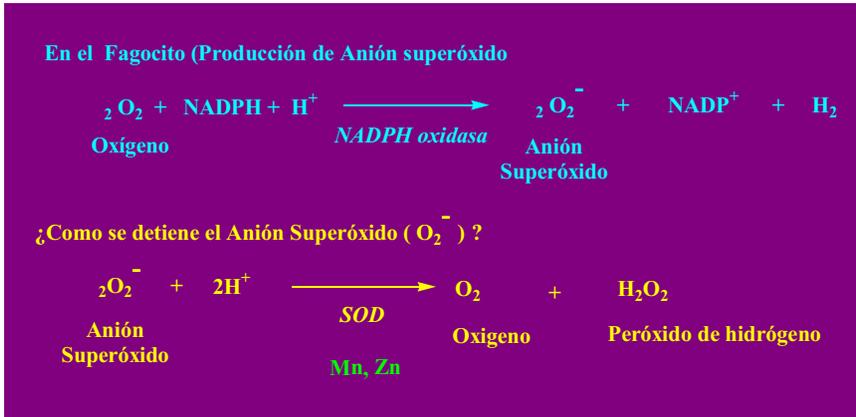


Figura 2.18 Zinc y manganeso como cofactores de superóxido dismutasa.

## Hierro

En cuanto al hierro, este mineral participa en el transporte de oxígeno, ya que forma parte de la estructura de la hemoglobina. También interviene en el transporte de electrones en la Cadena Respiratoria (Forma parte de los citocromos). Así mismo participa en procesos enzimáticos de las catalasas y peroxidasas, hemoproteínas que intervienen en la destrucción del agente oxidante  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Existen factores que favorecen la biodisponibilidad del hierro entre ellos tenemos el pH ácido, la presencia de vitamina C, los citratos, y las carnes. Entre los inhibidores de la absorción del hierro tenemos a los fitatos, fostatos, polifenoles, ingesta de fibra, antiácidos y competencia con el calcio y el manganeso.

El Fe hémico tiene una mejor absorción con las carnes 18–20%, en tanto que el hierro no hémico presente en los vegetales la absorción es del 1–5%

A continuación, se presentan en la tabla 2.6 las funciones de los demás minerales, síntomas de deficiencia y fuentes alimentarias.

Tabla 2.6  
Funciones de los principales minerales presentes en algunos alimentos.

Elemento	Función en el organismo	Síntomas de deficiencia	Fuentes veganas
Sodio	Se adhiere al cloro para formar sal, un componente esencial en los fluidos del cuerpo, circulando fuera de las células, y en la sangre. Manteniendo el agua y los ácidos en sus balances correctos con el cuerpo. Regula la actividad de los nervios y los músculos.	Su deficiencia causa calambres musculares y deshidratación en el cuerpo, Su exceso causa retención de fluidos, daña los riñones e incrementa la presión sanguínea.	Verduras verdes, brotes de alfalfa, lentejas, frutos secos, zanahorias...
Potasio	Trabaja en colaboración con el sodio. Su absorción es reducida si la dieta es alta en azúcar, alcohol o café.	Músculos débiles, reflejos pobres, constipación, confusión mental.	Harina de soja, judías, fruta, pan, nueces, tofu (queso de soja).
Cloro	Trabaja con el sodio. Es esencial el balance del cloro con el sodio.	Idem que el sodio.	Aceitunas, algas.
Magnesio	Trabaja en conjunción con el calcio y fosforo como componente de los huesos. El balance del calcio y el magnesio es esencial.	Apatía, depresión, desordenes nerviosos, debilidad muscular.	Nueces, tofu, lentejas, harina entera de trigo, frutas.
Fósforo	Combinado con el calcio para formar fosfato de calcio, que es el mayor componente de los huesos y dientes. También colabora para el uso del complejo de vitaminas B.	Debilidad muscular, Su exceso deteriora el balance de calcio fosforo y causa deficiencia de calcio en el cuerpo.	Extracto de levadura, nueces, harina entera de trigo, judías, pan, lentejas, verduras verdes, frutos secos, setas, tubérculos (patatas...).

Tabla 2.6 (Cont.)

Elemento	Función en el organismo	Síntomas de deficiencia	Fuentes veganas
Calcio	Trabaja en conjunción con el magnesio, el fósforo y la vitamina D para formar huesos y dientes. Este balance es esencial. También es vital para el funcionamiento de los nervios, la actividad de las enzimas, contracción muscular, y en conjunción con la vitamina K, es necesaria para la circulación de la sangre y la curación de las heridas. Su absorción es reducida en presencia del ácido fítico (cereales) y de ácido oxálico (espinacas).	Calambres musculares, espasmos nerviosos.	Melaza, almendras, tofu, pan entero de trigo, pipas de girasol, frutos secos, algas, judías cocidas, brócoli, semillas de sésamo, habichuelas, perejil, nabos, levadura.
Cromo	Participan en el metabolismo de los hidratos de carbono, mejora de la tolerancia a la glucosa.	Alteración del aprovechamiento de la glucosa, encefalopatía.	30 -100 µg/ d
Hierro	Componente de los grupos activos de transporte de oxígeno (hemoglobina, mioglobina).	Anemia por falta de hierro, mayor propensión a infecciones, disminución de la capacidad de rendimiento corporal.	10 - 15 mg/d
Flúor	Formación de huesos y dientes, profilaxis de la caries.	Caries.	3,1 - 3,8 mg/d
Yodo	Componente de la hormona tiroidea.	Hipotiroidismo, bocio.	180 - 200 µg/d
Cobre	Componente de enzimas que participan en procesos redox, importante en el metabolismo del hierro, participa en la síntesis de colágeno y elastina.	Anemia microcítica hipocrómica, leucocitopenia, granulocitopenia, fracturas óseas, ruptura de vasos sanguíneos, aneurismas, trastornos neurológicos.	1,0 -1,5 mg/d



## Capítulo III

# CARNES



### **3.1. DEFINICIÓN**

Se define en forma genérica como Carne la porción comestible, sana y limpia de los músculos de los bovinos, ovinos, porcinos y caprinos declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial, antes y después de la faena. El grupo de los productos animales se encuentra dentro de la pirámide alimenticia como uno de los principales grupos nutricionales desde el punto de vista proteico.

### **3.2. VALOR ALIMENTARIO**

En general, presenta un perfil nutricional muy adecuado con respecto a muchos nutrientes, sobre todo en proteínas. Sin embargo, el contenido en hidratos de carbono puede considerarse nulo, salvo en la carne de caballo.

El valor energético, depende básicamente del contenido de grasa de la carne que vaya a consumirse. La grasa, presenta un rango muy amplio dando lugar a una clasificación según su contenido. Así las carnes magras presentan un contenido de grasa menor a un 5%, las semigrasas entre 5-10% y las grasas entre 10-30%.

En la carne, las proteínas (15-20%) constituyen los principales nutrientes con funciones plásticas para el organismo humano, de alto valor biológico (0.74), por la presencia de los 8 aminoácidos esenciales (valina, isoleucina, leucina, treonina, metionina, lisina, fenilalanina, triptófano).

Sin embargo, al comparar la carne con la proteína patrón de referencia de la Organización de las Naciones Unidas para la ali-

mentación y la Agricultura (conocida como FAO) presenta aminoácidos limitantes a la metionina y fenilalanina. Por dicha razón la proteína de la carne presenta un valor biológico inferior frente a las proteínas del huevo y de la leche, que se aproximan en el contenido de aminoácidos esenciales al referente de la FAO.

En la tabla 3.1 se muestra la composición proximal de los productos cárnicos más consumidos en nuestro país.

Tabla 3.1  
Composición proximal por 100 g de pulpa de diversos productos cárnicos

Carne	Energía Kcal	Agua G	Proteína g	Grasa G	Carbohidratos g	Fibra g	Ceniza g
Carnero	267	60,7	16,9	21,6	0,0	0,0	0,9
Cerdo	198	69,2	14,4	15,1	-	-	1,2
Chivo	115	73,9	19,4	3,6	-	-	1,2
Conejo	163	69,8	20	8,6	0,0	0,0	1,6
Cuy	96	78,1	19	1,6	-	-	1,2
Vacuno	105	75,9	21,3	1,6	-	-	1,1
Vicuña	104	75,7	21,6	1,3	-	-	1,1
Pato	326	54,3	16,0	28,6	0,0	0,0	1,0
Pollo	170	70,6	18,2	10,2	0,0	0,0	1,0
Pavo	160	70,4	20,4	8,0	0,0	0,0	0,9
Gallina, pechuga	108	73,2	19,2	2,9	-	-	1,4
Gallina, pierna	120	71,3	20,6	3,6	-	-	1,3

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos.  
10.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

En la carne se pueden distinguir tres tipos de proteínas con un interés nutricional: las proteínas sarcoplásmicas, miofibrilares o contráctiles (actina, miosina, tropomiosina y troponina), que representan propiamente el concepto de proteína cárnica, y las proteínas del tejido del estroma (colágeno y elastina), que conforma el tejido conectivo fuerte de los tendones y cuyo porcentaje varía con la región anatómica y que suelen incidir en la calidad de la carne, esto debido a que el colágeno es deficitario en triptófano y en metionina un aminoácido esencial para el organismo humano.

Para comprender la importancia que la carne debe tener dentro de la dieta humana, es imprescindible superar la falsa equiparación del nombre de carne con el concepto de «grasas saturadas».

La grasa es el nutriente aportado por la carne en el que se observan mayores fluctuaciones, no sólo de unas especies animales a otras, sino también según la región de la canal dentro de una misma especie. Así tenemos que en la carne de vacuno la relación ácidos grasos saturados/ácidos grasos insaturados (AGS/AGI) en la parte del pecho del animal presenta un valor de 0,55, sin embargo el valor de dicho coeficiente es mayor en la parte del lomo y espalda con valores 0,71 y 0,80; hecho para tomar en cuenta en el consumo habitual de las parrillas en donde ya existe un mayor incremento en la grasa saturada y que su excesivo consumo está relacionado con el incremento en la concentración de LDL colesterol y por tanto promover enfermedades cardiovasculares futuras.

Los ácidos grasos saturados más importantes en la carne tenemos al ácido palmítico, esteárico, en tanto que en los ácidos grasos insaturados más importantes tenemos al ácido oleico y palmitoleico, ambos monoinsaturados, en tanto al tenor en ácidos grasos polinsaturados como el linoleico y linoleico la carne presenta valores bajos. Por dicha razón el consumo de este producto debe ser medido.

Existe una clara diferencia entre las grasas contenidas en las carnes de rumiantes (vaca, oveja) y las carnes de cerdo. Los rumian-

tes, menos dependientes de la composición grasa de la dieta, suelen contener en sus grasas corporales niveles reducidos de ácidos linoleico y linolénico, porque los ácidos insaturados de 18 átomos de C que reciben con la alimentación son reducidos en la panza por su flora microbiana. Sin embargo, el cerdo suele presentar en sus grasas corporales una mayor insaturación que los rumiantes, dependiendo siempre de la que recibe con la alimentación.

La carne es buena fuente importante de hierro, zinc y fósforo. La carne contiene hierro hemínico, el cual es muy eficientemente utilizado por nuestro organismo, permitiendo cubrir con mayor facilidad las necesidades de hierro del ser humano, en especial en la síntesis de hemoproteínas (hemoglobina, mioglobina y citocromos). El hierro es indispensable para el buen funcionamiento del cerebro, debido al transporte del oxígeno hacia dicho órgano establecido por la hemoglobina.

Los grupos con mayor riesgo son los niños menores de dos años, las niñas adolescentes, las mujeres en edad fértil, mujeres gestantes y personas de edad avanzada. Así, por ejemplo, las adolescentes, debido a las pérdidas menstruales junto al elevado grado de crecimiento y desarrollo que experimentan en esa edad y que aumentan sus necesidades dietéticas de este mineral, tienen una especial tendencia a padecer anemia ferropénica (asociada con bajo peso, mayor frecuencia de infecciones y menor crecimiento).

El hierro hemo supone una parte más pequeña de la proporción del hierro en la dieta que el hierro no hemo pero la eficacia de su absorción llega a ser de 2 a 3 veces mayor que la del hierro no hemo y está menos afectado por otros constituyentes de la dieta. El hierro en su estructura no hemo, procedente de los alimentos de origen vegetal, se encuentra en los niveles de menor biodisponibilidad, el de los productos lácteos se encuentra en una posición intermedia mientras que el hierro en su estructura hemo, presente en la hemoglobina y mioglobina de la carne, alcanza el grado máximo de absorción.

El zinc es cofactor de las enzimas que participan en la síntesis de ADN, es esencial para el proceso de transcripción del ARN mensajero, molécula útil para la síntesis de proteína por lo que este mineral es fundamental para el crecimiento y para facilitar la cicatrización de las heridas. La carencia de zinc está además asociada con una pérdida de la percepción del gusto y el olfato. De hecho, existen estudios que confirman una asociación entre una menor capacidad sensorial y la existencia de niveles bajos de zinc.

La deficiencia de zinc en adolescentes varones puede conducir a hipogonadismo, retraso en el crecimiento y alteraciones en el sentido del gusto. La forma de zinc disponible con más facilidad se encuentra en la carne.

Además, aunque existen otras fuentes dietéticas alternativas, como son las leguminosas, en los países occidentales la carne constituye la fuente principal de Zn.

La carne no contribuye al aporte de calcio con la dieta, ni resulta ser una buena fuente de potasio, aunque muchos productos transformados sí lo son de sodio.

Las carnes son fuente importante de vitaminas del complejo B, entre ellas: tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), ácido pantoténico (B5), piridoxina (B6), Vitamina B12 y biotina (B8). Además, es fuente importante de vitamina E. La única vitamina del grupo B en donde la carne no es una buena fuente es en referencia al ácido fólico (B9).

Los contenidos en vitaminas del grupo B presentan ciertas diferencias entre las distintas especies animales: la carne de cerdo posee diez veces más tiamina que las carnes de vaca y cordero.

La tiamina junto a otras vitaminas del complejo B es promotora y reguladora de muchas reacciones químicas necesarias para el crecimiento y salud del cuerpo. Es esencial en la regulación de las reacciones del metabolismo necesarias para producir energía, particu-

larmente de los carbohidratos. Su deficiencia puede causar fatiga, pérdida del apetito, depresión e irritabilidad. Otras fuentes de esta vitamina son el pescado y legumbres.

La carne de res y cerdo son fuente importante de niacina, que colabora en los sistemas enzimáticos intracelulares en la producción de energía. Otras fuentes son las harinas integrales, cereales, frijoles y vegetales.

La carne de ternero, hígado de res y cordero son altas fuentes de vitamina B12 otras fuentes son el pescado, queso y la yema de huevo. Esta vitamina solo se encuentra en alimentos de origen animal y participa indirectamente en la síntesis de ADN.

Tabla 3.2  
Composición vitamínico mineral por 100 g de pulpa de diversos productos cárnicos

Carne	Ca mg	P mg	Fe mg	Retinol µg	Tiamina Mg	Riboflavina Mg	Niacina mg	Ácido Ascórbico mg
Carnero	17	130	2,1	-	0,02	0,24	1,83	0
Cerdo	12	238	1,3	-	0,90	0,16	5,10	-
Chivo	8	186	3,1	-	0,15	0,22	1,10	-
Conejo	18	210	2,4	0	0,04	0,18	10,00	0
Cuy	29	258	1,9	-	0,06	0,14	6,50	-
Vacuno	16	208	3,4	-	0,03	0,13	6,82	-
Vicuña	28	203	2,9	-	0,06	0,23	0,00	1,1
Pato	15	188	1,8	-	0,10	0,24	5,60	0
Pollo	14	200	1,5	-	0,08	0,16	9,00	0
Pavo	23	320	3,8	-	0,09	0,14	8,00	0
Gallina, pechuga	5	237	0,8	16	0,06	0,06	12,90	4,4
Gallina, Pierna	9	190	0,9	16	0,06	0,15	6,40	4,7

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.<sup>a</sup> ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

### 3.3. DERIVADOS CÁRNICOS

#### **Embutidos**

Son productos que se obtienen de transformar la carne y a los que se les adicionan grasas animales, harinas vegetales, sales, especias, aditivos (conservantes, colorantes y aromatizantes entre otros).

El valor nutricional es similar al encontrado en la carne con respecto a proteínas, minerales y vitaminas, salvo en el caso del ácido fólico y la vitamina B6 cuyos contenidos son inferiores a los que aporta la carne. Sin embargo, hay que tener muy en cuenta que presentan un elevado contenido en grasa saturada (más de un 50%) y colesterol (50-100mg/100gr).

Se someten a procesos de curación y en ciertas ocasiones al ahumado. Como ejemplos típicos destacan el salchichón y el chorizo.

#### **Salazones**

Son productos cárnicos sometidos a un tratamiento de sal común (de forma seca o en salmuera) y otros ingredientes autorizados. Todo esto permite su conservación a temperatura ambiente si las condiciones de humedad no son extremas. Algunos productos incluyen: costillas saladas, jamón serrano y manos de cerdo.

#### **Productos tratados por el calor**

Son derivados cárnicos a los que se adicionan especias y aditivos y se someten a un tratamiento térmico en el que se produce coagulación total o parcial de las proteínas.

Existen muchos productos: jamón cocido, paleta cocida, panceta, salchichas cocidas, mortadelas, chopped, embutidos curados cocidos, foie-gras, morcillas, butifarras y callos.

### 3.4. ASPECTOS SANITARIOS

A continuación, se describirán los aspectos sanitarios a tener en cuenta en relación al consumo de las carnes, según su importancia y moderación de consumo en función del grupo etáreo.

#### Prevención de anemia

El consumo de carnes en la prevención de anemia es importante para los grupos con mayor riesgo, en este caso niños menores de dos años, las adolescentes, las mujeres en edad fértil y gestantes. El hierro hemo está presente en los productos de origen animal y está compuesto por una molécula de protoporfirina IX y un ion de  $\text{Fe}^{2+}$ . El hierro no-hemo ( $\text{Fe}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{3+}$ ) se encuentra en alimentos de origen vegetal (cereales, verduras, legumbres y frutas).

Para la absorción del hierro no-hemo, es preciso que éste se encuentre en una forma soluble, siendo el  $\text{Fe}^{2+}$  más soluble que el  $\text{Fe}^{3+}$ . El hierro ferroso se absorbe utilizando el transportador de metales divalente (*Dimetal Transporter 1*, DMT1), que se encuentra en el borde de cepillo de la membrana apical del enterocito y es el encargado de transportarlo a su interior. El hierro férrico, puede transformarse a ferroso, por acción de una serie de componentes reductores de los alimentos (ácido ascórbico, aminoácidos, etc.) o bien a través la acción de una proteína que se expresa en la membrana apical, llamada citocromo B duodenal (DcytB), cuya función es reducir el metal.

Por su parte, el hierro hemo se absorbe por un sistema diferente. Se ha identificado una proteína de la membrana apical de la célula del epitelio intestinal, denominada proteína transportadora de hemo 1 (*Heme Carrier Protein 1*, HCP1) como posible transportador del hierro hemo. Una vez dentro del enterocito, la hemo-oxigenasa 1 (HO-1) y sus homólogos HO-2 y HO-3 son las encargadas de romper la molécula de hem para liberar  $\text{Fe}^{2+}$ . La reacción también genera

monóxido de carbono (CO). Por estas razones el hierro hemo, es más absorbible que el hierro procedente de fuente vegetal, por ello se recomendaría utilizar productos alimenticios innovadores que contengan al menos en sus ingredientes productos cárnicos y/o vísceras como el caso de hígado como fuente de hierro absorbible y reducir la prevalencia de anemia que en el Perú actualmente han superado el 40% en la población de niños menores de 5 años.

### **Carne un alimento importante en zinc**

Este mineral es fundamental para el crecimiento y para facilitar la cicatrización de las heridas. La carencia de zinc está además asociada con una pérdida de la percepción del gusto y el olfato. La deficiencia de zinc en adolescentes varones puede conducir a hipogonadismo, retraso en el crecimiento y alteraciones en el sentido del gusto.

La forma de zinc disponible con más facilidad se encuentra en la carne. Además, aunque existen otras fuentes dietéticas alternativas, como son las leguminosas, en los países occidentales la carne constituye la fuente principal de Zn.

### **Uso de nitritos en los productos cárnicos**

La carne puede protegerse de la putrefacción bacteriana mediante la adición de soluciones concentradas de sal común. Pero la carne que está conservada únicamente con cloruro sódico toma un color pardo-verdoso atribuible a la conversión de la hemoglobina en metahemoglobina. Las concentraciones de nitrito sódico en salazones varían del 0.04% al 10.00%, dependiendo del tratamiento que se dé y del tipo de carne.

El nitrito es un aditivo alimentario de gran importancia (E-249 nitrito potásico, E250 nitrito sódico) en la producción de productos cárnicos curados, ya que es imprescindible para la seguridad alimentaria de estos productos, así como la formación de las caracterís-

ticas sensoriales tan importantes como el color. En la carne curada, el color rojo se desarrolla en un número de complicados pasos de reacción hasta el pigmento rojo de cura característico, se forma. El óxido nítrico (NO) derivado de los nitritos, se une al ion hierro ( $Fe + 2$ ) ubicado en el centro del sistema de anillo de porfirina de la mioglobina y forma NO-mioglobina (nitrosomioglobina), el cuál es coloreado pero no es estable. Nitrosomioglobina puede ser transformado en el característico pigmento rojo estable de los productos cárnicos curados (nitroso-miocromógeno), ya sea por la aplicación de calor en los productos cárnicos procesados por calor o en ambiente poco ácido de productos cárnicos fermentados.

Así mismo los nitritos retrasan el proceso de oxidación de los lípidos, con la consecuente disminución del característico olor de enranciamiento y más bien desarrolla el aroma y sabor, suigenesis de dichos productos por lo que son tan apreciados por parte del consumidor, debido principalmente a la unión de los nitritos con aminoácidos azufrados. Adicionalmente, el nitrito es un potente agente antimicrobiano, especialmente frente a *Clostridium botulinum*.

Sin embargo, la principal preocupación derivada de la presencia de nitritos en alimentos tiene dos motivos: por un lado, los efectos tóxicos producidos por un exceso de nitratos en la dieta; por otra parte, pueden causar la formación endógena de N-nitroso compuestos, de efectos cancerígenos (como las nitrosaminas). Los N-nitrosocompuestos son agentes teratógenos, mutágenos y probables carcinógenos, altamente peligrosos para la salud humana (Figura 3.1). Se originan como consecuencia de la reacción de las aminas secundarias (aromáticas y alifáticas) con el ácido nitroso (HONO). Existen dos posibilidades de formación de nitrosaminas: en el alimento o en el propio organismo (estómago).

El nitrito es tóxico (2 g pueden causar la muerte a una persona), al ser capaz de unirse a la hemoglobina de la sangre, de una forma

semejante a como lo hace a la mioglobina de la carne, formándose metahemoglobina, un compuesto que ya no es capaz de transportar el oxígeno.

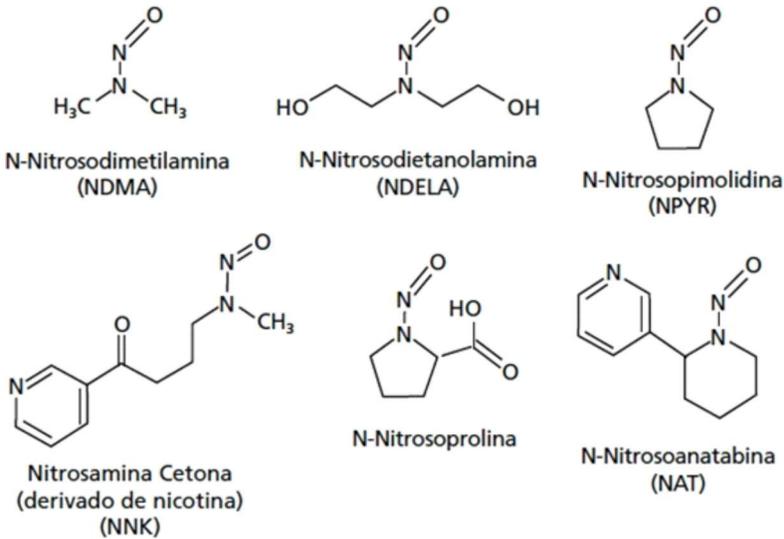


Figura 3.1 Principales nitrosaminas.

### Carne y gota

El consumo de carne debe ser moderado durante la adultez y restringirla en caso de gota. Se ha demostrado que los consumos mayores de carnes y pescados se asociaban con niveles más altos de ácido úrico (AU) y un mayor riesgo de gota. Cada ración diaria adicional de carne se asociaba con un incremento del 21% del riesgo de gota, mientras que cada ración semanal de pescado se asociaba con un aumento del 7% del riesgo.

Las carnes rojas son la principal fuente de grasas saturadas, que se asocian con una reducción de la excreción renal de urato. Esto se debe principalmente a que las carnes, sus derivados y el pescado son

ricos en purinas, que en el cuerpo son metabolizados finalmente en AU. Se ha observado que el pH urinario es más ácido con una dieta abundante en proteínas animales comparada con una dieta básicamente vegetariana (pH de 5,9 frente a 6,5), lo que dificultaría la excreción renal de AU. Es por ello que el consumo en proteínas de origen vegetal y menos de origen animal, se puede favorecer una mayor eliminación renal de urato.

### **3.5. VÍSCERAS**

Dentro de las vísceras debemos destacar, por ser las más consumidas, en el hígado especialmente y los riñones, los cuales se incluyen en las llamadas vísceras rojas junto con el corazón y los pulmones.

Entre las llamadas vísceras blancas se pueden citar las “criadillas” (testículos) y los sesos como más importantes en consumo humano.

Su proteína es de buena calidad por lo que su valor biológico es semejante al de las carnes.

En cuanto a la grasa presente en las vísceras estas son mayormente saturadas y tienen un importante contenido en colesterol, principalmente en el hígado, órgano en el que se produce su síntesis. En la tabla 3.3 se muestra la composición proximal de las vísceras más importantes usadas en la alimentación.

El contenido en hierro es mayor en las vísceras rojas que en las carnes, es decir el hígado, corazón y pulmón (tabla 3.4).

En relación a su contenido en fósforo y calcio, son muy parecidos a los de la carne, las vísceras blancas y en especial los sesos contienen apreciables proporciones de fosforo.

Así mismo algunas vísceras como hígado y riñones suministran cantidades importantes de selenio.

Tabla 3.3  
Composición proximal en vísceras de vacuno por 100 g de porción comestible.

Nombre	V.E. K cal	Humedad (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)
Corazón	103	77	16,6	3,5	-	-	1,0
Hígado	140	70,8	20,0	4,6	-	-	1,3
Lengua	173	71,1	16,5	11,2	-	-	0,9
Mondongo	104	79,5	16,9	3,5	-	-	0,1
Pulmón	83	80,0	17,2	1,1	-	-	1,0
Criadillas	60	86,9	9,8	1,8	-	-	1,1
Sesos	135	78,1	11,3	9,6	-	-	1,2

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

Tabla 3.4  
Composición vitamínico mineral por 100g de porción comestible  
en vísceras de vacuno.

Nombre	V.E. K cal	P (mg)	Fe (mg)	Vit A (mcg)	Tiamina (mg)	Reboflavina (mg)	Niacina (mg)	Vit C (mg)
Corazón	6	209	3,6	14	0,42	0,88	8,10	3,6
Hígado	13	166	5,4	8082	0,24	1,89	12,30	19,5
Lengua	16	142	1,5	-	0,08	0,31	3,10	-
Mondongo	66	40	0,8	65	0,01	0,03	0,56	0
Pulmón	6	203	6,5	51	0,09	0,96	3,65	13,2
Criadillas	25	222	0,9	-	0,13	0,34	2,05	43,2
Secos	8	287	0,9	164	0,17	0,21	3,15	6,9

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

Las vísceras son más ricas que las carnes en Vitamina A muy particularmente el hígado, su fuente principal; de igual manera las vísceras son más ricas en tiamina, riboflavina y niacina. El hígado también es fuente importante de vitamina D y K.

El contenido en purinas es mayor en las vísceras que en las carnes, principalmente hígado y riñón debido a su mayor contenido en células.

## Capítulo IV

# PESCADO



## 4.1. GENERALIDADES

Se define como Pescado a la porción comestible, sana y limpia de los músculos de los peces declarados aptos para la alimentación humana y por extensión a la de los moluscos y crustáceos.

Se considera pescado fresco, el que no haya sufrido ninguna operación para conservarlo y se mantenga inalterado en lugares de venta y medios de transporte se deberán conservar en refrigeración o en recipientes de hielo.

La carne de pescado no presenta diferencias fundamentales con la carne de mamíferos aunque su estructura es más laxa por ser más pobres en sarcolema.

Por otra parte, si consideramos a un espécimen entero, el pescado presenta alrededor de un 40% de materia no comestible y que estaría constituida por la cola, escamas, espinas, aletas y la cabeza. En los crustáceos la porción no comestible es del orden del 60% y en los moluscos 70%.

## 4.2. CLASIFICACIÓN

Pescados magros o blancos son aquellos que contienen <2% de grasas. Ejemplo: Bacalao, cabrilla, cojinova, lenguado, merluza, róbalo.

Pescados semigrasos contienen entre 2 y 7% de grasa, aquí tenemos como ejemplos al bonito, corvina, jurel, trucha rosada.

Pescados grasos o azules: Contienen 9 y 12 % de grasa, entre ellos tenemos al salmón, atún, anguila, jurel, bonito y la sardina.

### 4.3. VALOR ALIMENTARIO

De manera general el contenido de humedad en el pescado esta entre el 70 a 80%, en proteínas 20% y la grasa es variable según el tipo de pescado.

Nutricionalmente el pescado presenta unas características que le hacen un alimento de primera categoría: Su fácil digestibilidad, su valor proteico, el valor de su grasa, su riqueza en ciertos minerales y vitaminas. En cuanto al contenido en carbohidratos este se encuentra en trazas.

La proteína del pescado es de alto valor biológico y gran calidad similar es todo a la de otros alimentos de origen animal como la carne o sus derivados. El valor biológico de la carne de pescado es de 0,76. La mayor parte de las proteínas del pescado son estructurales y contráctiles, mientras que las proteínas solubles y el colágeno están en proporción inferior que la carne.

Por todo ello la proteína del pescado es nutritivamente tan buena que la proteína de la carne de res y pueden complementar una dieta de cereales deficientes en lisina. Tradicionalmente, debido a su gran riqueza en lisina, el pescado se ha mantenido ligado al consumo de cereales (ejemplo en los países orientales) y en especial del arroz. En general la carne de pescado contiene menos colágenos que la carne de los animales terrestres y este está menos polimerizado (incluso en peces viejos) gelatinizándose al cocinar alrededor de los 40°C, lo cual contribuye con su digestibilidad y blandura. En la tabla 4.1 se muestra la composición proximal de los pescados consumidos en nuestro medio.

La grasa de los pescados se caracteriza porque es muy insaturada (incluso frente a la de los peces de agua dulce). Esto le confiere unas virtudes especiales en la prevención de la aparición de las enfermedades cardiovasculares. Las poblaciones que son grandes

consumidoras bastantes más bajos que los de otras poblaciones no consumidoras de pescado.

Tabla 4.1  
Composición proximal en diferentes pescados por 100 g  
de porción comestible

Nombre	Energía. K cal	Humedad (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)
Anchoveta	156	70,8	19,1	8,2	-	-	1,2
Bonito	138	70,6	23,4	4,2	-	-	1,5
Cabrilla	96	77,9	18,6	1,8	-	-	1,2
Carachama	64	82,8	14,2	0,4	-	-	1,0
Cojinova	103	75,6	20,7	1,6	-	-	1,4
Corvina	124	72,6	19,5	4,5	-	-	1,4
Jurel	120	75,0	19,7	4,0	0,3	-	1,2
Lenguado	91	79,1	18,8	1,2	0,0	0,0	1,2
Lisa	119	74,6	20,8	3,3	-	-	1,2
Lorna	93	76,3	19,7	1,0	-	-	1,4
Merluza	74	81,8	16,8	0,3	-	-	1,2
Paiche Seco	247	40,4	38,2	9,3	-	-	9,5
Pejerrey	105	76,5	19,6	2,4	-	-	1,4
Raya, pulpa asada	136	65,9	31,1	0,4	-	-	1,4
Toyo	89	78,8	19,5	0,6	-	-	1,1
Tramboyo	85	79,8	19,2	0,3	-	-	1,0
Trucha Rosada	110	75,3	20,9	2,3	-	-	1,2
Atún en aceite enlatado	186	63,0	26,5	8,1	-	-	2,2
Sardina Grated, conserva	177	65,4	22,4	9,0	-	-	3,2
Sardina filete, conserva	202	60,6	25,8	11,0	-	-	2,4

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

Está demostrado que en una dieta equilibrada deben preponderar los ácidos grasos insaturados (monoinsaturados y poliinsaturados) sobre los saturados, los cuales se relacionan con la incidencia de enfermedades circulatorias (ateroesclerosis, infarto de miocardio). Por esto se recomienda el consumo de pescado a través de sus ácidos grasos poliinsaturados mayoritariamente predominantes, en especial del tipo omega 3.

Los ácidos grasos insaturados en el pescado son el ácido oleico, los ácidos grasos poliinsaturados el ácido linoleico (un omega 6), y los de tipo omega 3 tenemos el ácido linolénico (ALA), eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), estos dos últimos en mayor proporción que el primero.

Los ácidos grasos omega 3 tienen una particularidad que en el organismo humano son transformado en moléculas denominadas resolvinas que tienen la capacidad actuar como moléculas antiinflamatorias reduciendo la producción de citoquinas.

Así mismo otra de las propiedades de los omega 3 presentes en el pescado es que competirían con los ácidos grasos omega 6 por la ciclooxigenasa (COX), disminuyendo la formación de tromboxanos A2 que cuando está en exceso su síntesis puede provocar accidentes cerebro vascular por la formación de coágulos. Así mismo también cuando son atacados por la lipoxigenasa se generan leucotrienos de serie 5 menos inflamatorios que los leucotrienos de la serie 4 obtenidos por el exceso en el consumo de alimentos ricos en omega 6.

Todos los pescados grasos contienen en la carne las vitaminas A y D, también tienen vitamina E. En el caso de los pescados magros son deficientes en estas vitaminas, excepto en el hígado. La fuente natural más importante de Vitamina A y D es el hígado de pescado.

Como fuentes minerales los tejidos de pescado constituyen una aportación útil en lo que se refiere a calcio, fósforo, magnesio, hierro

y muy especialmente en Yodo, necesario para evitar la enfermedad del bocio.

Tabla 4.2  
Composición vitamínico mineral en diferentes pescados por  
100 g de porción comestible

Pescado	Ca mg	P mg	Fe Mg	Vitamina A Retinol µg	Tiamina mg	Riboflavina mg	Niacina mg	Vit. C Mg
Anchoveta	165	276	1,4	-	0,01	0,21	0,00	8,7
Bonito	28	258	0,7	-	0,01	0,07	12,80	1,6
Cabrilla	222	204	1	-	0,03	0,08	3,18	4,4
Carachama	140	151	1,2	-	0,02	0,07	2,12	4,8
Cojinova	19	247	2,7	-	0,09	0,06	0,10	4,9
Corbina	57	182	1,1	47	0,08	0,11	2,90	1,5
Jurel	30	325	1,8	-	-	-	-	-
Lenguado	49	303	0,7	14	0,07	0,05	1,50	-
Lisa	19	193	1	-	0,01	0,10	3,60	4,9
Lorna	57	178	1,9	-	0,06	0,12	3,70	0
Merluza	28	185	0,2	-	0,06	0,10	-	1
Paiche Seco	50	209	3,3	-	0,01	0,12	5,60	-
Pejerrey	105	311	0,7	-	0,01	0,50	4,50	-
Raya, pulpa asada	15	215	1,2	-	-	0,15	3,85	0
Toyo	21	229	0,7	-	0,04	0,13	4,50	29,3
Tramboyo	84	141	0,1	-	0,02	0,07	0,95	4,7
Trucha Rosada	8	248	0,2	-	0,01	0,22	3,15	8,4
Atún en aceite enlatado	7	294	12	19	0,04	0,10	11,10	0
Sardina Grated, conserva	151	473	1,6	-	1,30	0,04	3,00	3
Sardina filete, conserva	84	453	1,1	-	1,10	0,06	2,90	1,7

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

Es importante destacar que el pescado, incluso en las especies marina, no contienen más sodio que las carnes de res, conteniendo inclusive 2 o 3 veces más potasio, lo cuál puede ser de interés en la dieta de personas que sufren de enfermedades cardiovasculares.

El músculo de pescado es deficiente en vitamina C, pero en cambio es fuente razonable de vitaminas del complejo B como es el caso de la tiamina, riboflavina, así como niacina. En la tabla 4.2 se muestra la composición vitamínico mineral de los pescados consumidos en nuestro medio.

## **4.4. ASPECTOS SANITARIOS**

### **Pescado y enfermedades cardiovasculares**

Los beneficios del pescado se deben principalmente a la esencialidad que tiene en omega3. Se ha evidenciado que los ácidos grasos omega 3 no promueven cambios en la concentración del colesterol total, sin embargo, si pueden disminuir el colesterol LDL y aumentar el colesterol HDL, así como también puede reducir la trigliceridemia. En pacientes con hipertrigliceridemia se ha evidenciado que con 3 a 4 gramos diarios de ácidos grasos omega 3 (EPA/DHA) se consigue una reducción del 45% de la concentración de triglicéridos. Esto contribuye finalmente en evitar la formación de placas de ateroma producidos principalmente por triglicéridos y elevadas concentraciones de HDL.

### **Pescado y Desarrollo**

Los ácidos grasos poliinsaturados como los omega-3 desempeñan funciones muy importantes en la gestación, lactación y la infancia, ya que son constituyentes de los fosfolípidos de las membranas celulares y forman parte de las estructuras neurales. Las necesidades de estos ácidos grasos se incrementan durante estos períodos, puesto que son fases de desarrollo del tejido celular. En consecuen-

cia, las necesidades de los ácidos grasos esenciales de la mujer embarazada y el feto, así como de los niños lactantes son muy elevadas.

El feto capta entre 50 y 60 mg de este tipo de ácidos durante el tercer trimestre. Durante el último trimestre se produce una acumulación de ácidos grasos poliinsaturados en los tejidos fetales, muy especialmente en el sistema nervioso central, que continúa en el periodo postnatal.

### **Pescado y metabolismo del calcio**

En diversos estudios en humanos como en modelos de experimentación animal, parecen apuntar que la elevada ingesta de ácidos grasos omega 6 procedentes de aceites vegetales eleva los niveles de prostaglandina E, así como de citoquinas pro inflamatorias IL-1, IL-6 y TNF alfa. Así mismo la disminución de estrógenos en mujeres se relaciona con el incremento de la producción de estas citoquinas anteriormente mencionadas, activando de este modo los osteoclastos en el peri-menopáusico.

En modelos animales se ha observado que la administración de omega 3, atenúan de forma significativa la pérdida de la masa ósea, quizás a través de la inhibición de la activación de los osteoclastos por las citoquinas, debido a que los omega 3 y sus productos derivados resolvinas modulan la expresión génica de las citoquinas inflamatorias, así como de la expresión de la COX-2.

Se ha encontrado que el DHA podría facilitar la absorción duodenal del calcio a través de la ATPasa del enterocito, aspecto no observado con EPA.

### **Pescado y procesos inflamatorios**

Del mismo modo, recientes hallazgos nos hacen pensar que los ácidos grasos omega-3 podrían jugar un papel en el tratamiento o prevención de procesos artríticos. En la artritis reumatoidea la infla-

mación sinovial esta mediada por células especializadas necesarias para la respuesta inmune (fagocitos, linfocitos y leucocitos) en donde se encuentra muy activo el metabolismo del ácido araquidónico hacia la formación de los factores pro-inflamatorios.

Según estudios una dieta baja en ácido araquidónico y rica en ácidos grasos omega-3, principalmente EPA, y antioxidantes podrían mitigar la inflamación, efecto que se debe a una disminución de la expresión y producción de factores pro-inflamatorios y citoquinas.

### **Omega 3 y desordenes en el sistema nervioso**

Incrementos en la expresión de TNF e IL-1 están asociados con la depresión, stress psicológico y el Alzheimer. Parece ser que el consumo de pescado en cierta medida ayude a controlar las acciones de dichas interleuquinas y de esta manera puede prevenir o reducir al menos tales patologías.

## **4.5. MARISCOS**

Son animales invertebrados comestibles, marinos o continentales (crustáceos y moluscos) frescos o conservados por distintos procedimientos autorizados.

Se distinguen: crustáceos y moluscos, cefalópodos (Tabla 4.3).

Tabla 4.3  
Clasificación de los mariscos

Moluscos	Ostras, Almejas, Mejillones, Pianguas, Ostión vaca, Concha abanico, etc.
Crustáceos	Langostas, Jaibas, Camarones, Cangrejos
Cefalópodos	Pulpo, Calamar, otros.
Equinodermos	Erizos

Tienen un contenido graso bajo que puede ir del orden del 0,2% al 3,6% por lo que su importancia alimentaria es netamente proteica (Tabla 4.4) y vitamínico mineral. En los moluscos y crustáceos el contenido de carbohidratos es alrededor del 2,5% mayor que en los pescados en donde es despreciable.

El colesterol abunda más en los mariscos que en el pescado, por dicha razón es recomendado reducir su consumo en la dieta en el caso de hipercolesterolemia o enfermedades cardiovasculares.

Tabla 4.4  
Composición proximal en diferentes mariscos por 100 g  
de porción comestible

Crustáceo/Molusco	Energía. K cal	Humedad (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)
Almeja blanca	71	82,4	14,4	1,1	-	-	2,2
Calamar	47	87,8	10,6	0,2	-	-	0,8
Camarones	88	78	17,8	0,2	2,6	-	1,4
Cangrejo	94	75,2	19,8	0,6	1,1	-	2,4
Caracoles	87	78,6	16,9	0,8	1,9	-	1,8
Choros	91	78,7	13,0	2,3	3,7	-	2,4
Pulpo	71	83,6	13,6	1,4	-	-	1,1

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

El aporte vitamínico-mineral es semejante que en los pescados, con ligeras diferencias en más o menos según la clase o especie de ellos (Tabla 4.5). Al igual que el pescado son buena fuente de yodo y selenio.

Tabla 4.5  
Composición vitamínico mineral en diferentes mariscos por 100 g  
de porción comestible.

Crustáceo/Molusco	Ca mg	P mg	Fe mg	Vitamina A Retinol	Tiamina mg	Riboflavina mg	Niacina mg	Ácido Ascórbico Mg
Almeja blanca	50	221	1,8	28	0,01	0,14	2,25	18,3
Calamar	25	180	0,1	-	0,02	0,06	1,80	2,3
Camarones	117	263	0,1	-	0,02	0,13	1,40	5,2
Cangrejos	53	192	1,4	606	0,02	0,52	1,57	-
Carcoles	158	106	2	-	0,02	0,39	1,25	7,8
Choros	202	219	0,2	-	0,00	0,82	2,05	5,4
Pulpo	53	126	3	-	0,02	0,05	1,49	3,2

En ciertos peces abundan relativamente los carotenoides: la astaxantina en los crustáceos (que unida a una proteína forma el pigmento verdoso del caparazón, que cuando se cocinan, esa proteína se desnaturaliza, produciéndose el color rojizo de los crustáceos cocidos). La astaxantina también podemos encontrarlo en ciertos peces como la trucha y el salmón proporcionando la coloración rosada lo cual lo hace atractivo al consumidor.

## Capítulo V

# HUEVO



## 5.1. DEFINICIÓN

Con la denominación genérica de huevo se entiende, única y exclusivamente, los huevos de gallináceas. Los huevos de otras aves se designarán indicando, además, la especie de la que proceden (huevo de oca, huevo de pata, huevo de codorniz).

## 5.2. VALOR ALIMENTARIO

Por la presencia de material graso y proteínas de altísimo valor biológico, el huevo es un alimento plástico y energético de primer orden, pero incompleto por su bajo contenido en carbohidratos. Los huevos nutricionalmente se componen aproximadamente 75% de agua, proteínas 13% lípidos 12%, carbohidratos <1% y cenizas 1%. Su valor energético es de 160 Kcal por 100g aproximadamente.

## 5.3. ESTRUCTURA DEL HUEVO

Los componentes del huevo son: yema, albumen, membranas y cáscara. En la tabla 5.1 se indican los valores medios, el rango de variación y composición en materia seca de cada componente.

### **La cáscara**

Constituye entre el 9-10% del huevo y se compone, en su mayor parte, de carbonato cálcico y fibras proteicas (complejo proteína-mucopolisacárido), y en menor medida, de fosfatos y carbonato magnésico. En la cara externa hay una cutícula proteica muy delgada que cubre toda la superficie; a continuación, existe una capa proteico-mineral esponjosa, que acaba en unas protuberancias a las que se fijan las membranas interiores de la cáscara. La matriz de la

cáscara está atravesada de fuera a dentro por miles de poros o canales (7000-17.000 por unidad), llenos de fibras proteicas, que no dejan pasar los microorganismos, aunque sí son permeables al aire.

### Albumen

Representa entre el 60 - 62% y es considerada como una disolución acuosa al 10% de diversas proteínas. También contiene otros componentes, aunque ninguno de ellos alcanza valores superiores al 1% (0.5% de azúcares libres, 0.5% de minerales). Igualmente, el contenido en lípidos es despreciable. De esta manera, el 88 - 89% de la clara es agua.

Tabla 5.1  
Proporción y porcentaje de materia seca de los componentes del huevo

Componente	% Sobre huevo total		% Materia seca	
	Media	Rango	Media	Rango
Cáscara	9,1	7,8 - 13,6	99,0	-
Membranas de la cáscara	0,4	-	-	-
Albumen	61,5	53,1 - 68,9	11,5	8,5 - 14,5
Líquido externo	15,0	10 - 60	11,2	-
Espeso	35,0	30 - 80	12,4	-
Líquido interno	10,0	1 - 4	13,6	-
Chalazas	1,5	-	15,6	-
Yema	29,0	24,0 - 35,5	52,5	50,5 - 56,3
Subtotal partes comestibles	90,5	86,4 - 92,2	24,5	23,0 - 26,9

Fuente: Grobas S, Mateos G. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. En XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 1996. p 1-25.

La proteína más importante en esta parte del huevo es la ovoalbúmina (nativa), que representa aproximadamente el 54% del albumen que se caracteriza porque durante el almacenamiento se convierte en una forma más estable S-ovoalbúmina, a la que le atribuyen reacciones de hipersensibilidad en algunas personas al consumir huevos.

El siguiente en mayor proporción presente en la clara está la conalbumina (u ovotransferrina) con 13% que tiene la propiedad de quelar el hierro y otros iones metálicos como cobre y zinc, de esta manera, esta proteína tiene la capacidad para inhibir el crecimiento de microorganismos constituyéndose en un mecanismo de protección inherente en el huevo. Entre otras proteínas del albumen tenemos al ovomucoide (11%) el cual tiene la propiedad de inhibir la tripsina, la ovomucina responsable de brindar las características espesas y gelatinosas a la clara, capacidad de espumado, así como también una acción biológica contra virus. También la presencia de lisozima que constituye un antibiótico natural en el huevo y que puede lisar la pared celular de bacterias Gram positivas (estafilococos y estreptococos).

### **Yema**

También conocido como vitelo, supone aproximadamente un 30% del huevo completo. La casi totalidad de los lípidos del huevo se encuentra en la yema en forma de lipoproteínas (asociados con vitelina y vitelenina). En función de la materia seca de la yema, el contenido lipídico representa el 63%, del cual los triglicéridos constituyen el 63% y el 30% está constituido por fosfolípidos, siendo los más representativos la fosfatidilcolina o lecitina y la fosfatidiletanolamina (tabla 5.2), y son los que otorgan las propiedades emulsificantes a la yema.

También en la parte lipídica encontramos aproximadamente un 5% en colesterol en forma libre, y un 1% en forma de colesterol esterificado. Existe evidencias que no habría una asociación entre el consumo de hasta un huevo al día con la aparición de enfermedades cardiovasculares en población sana, debido al escaso efecto que tendría sobre el colesterol plasmático, contrarrestando de esta manera uno de los mitos que ha ido opacando el consumo del huevo en la población adulta, y desaprovechando su potencial nutrimental y funcional en la prevención de enfermedades.

Tabla 5.2  
Composición química de la yema de huevo

Componente	% total		
	Materia seca	Lípidos	Fosfolípidos
Lípidos	63,0		
Triglicéridos		63,1	
Fosfolípidos		29,7	
Fosfatidil colina			69,2
Fosfatidil etanolamina			23,9
Fosfatidil serina			2,7
Enfingomielina			1,0
Otros			3,2
Esteres de colesterol		1,3	
Colesterol libre		4,9	
Vitaminas y pigmentos		1,0	
Proteínas	33,0		
Lípidos	4 – 10		
Fosfolípidos	5 – 6		
Vitelina (en H.D.L.)	4 – 15		
Vitelina (en L.D.L.)	8 – 9		
Minerales	2,1		
Vitaminas	1,5		
Glucosa libre	0,4		

Fuente: Grobas S, Mateos G. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. En XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 1996. p 1-25.

La proporción de ácidos grasos poliinsaturados de 20 y 22 carbonos es superior en los fosfolípidos que en los triglicéridos. Asimismo, la suma del porcentaje relativo del ácido esteárico y del ácido palmítico en los triglicéridos es menor que del ácido oleico, el principal ácido graso monoinsaturado en dicho producto (tabla 5.3).

En cuanto a los carbohidratos, el 98% están en forma de glucosa libre y, aunque no suponen más del 0,4% del huevo, juegan un papel de importancia como fuente primera de energía para el embrión.

La mayoría de las vitaminas se concentran en la yema más que en el albumen, especialmente en el caso de las vitaminas liposolubles (A, D3, E y K), en tanto que la composición mineral presenta

Tabla 5.3  
Proporción de ácidos grasos saturados e insaturados en el huevo

Ácido graso	% Relativo	Ácido graso	% Relativo
Total saturados	30,92	Total poliinsaturados n -6	21,62
C 12:0	0,01	C 18:2	18,26
C 14:0	0,31	C 18:3	0,11
C 15:0	0,09	C 20:2	0,21
C 16:0	21,94	C 20:3	0,17
C 17:0	0,34	C 20:4	2,09
C 18:0	8,18	C 22:4	0,27
C 20:0	0,03	C 22:4	0,52
C 22:0	0,02		
C 24:0	0,01		
Total trans-monosaturados	0,75	Total poliinsaturados n -3	2,03
C 16:0 n-7t	0,15	C 18:3	0,61
C 18:0 n-9t	0,6	C 20:5	0,03
		C 22:5	0,19
		C 22:6	1,2
Total cis-monosaturados	44,69	Relación n-6:n-3	10,65
C 14:1 n-5	0,04		
C 16:1 n-7	2,03		
C 18:1 n-9	40,71		
C 18:1 n-7	1,63		
C 20:1 n-9	0,25		
C 22:1 n 9	0,01		
-			
C 24:1 n-9	0,01		

Fuente: Grobas S, Mateos G. *Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. En XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 1996. p 1-25.*

menor variación que la vitamínica. Una de las razones de esta menor variabilidad es la mayor precisión analítica en la determinación de los minerales que de las vitaminas. Las vitaminas y carotenoides forman parte del 1% de los lípidos de la yema y el 1,5% de la materia seca. Las vitaminas liposolubles (A, D, E y K), el ácido fólico y la vitamina B12 se encuentran exclusivamente en la yema, pero también se concentra la mayor parte de la biotina, ácido pantoténico, tiamina y piridoxina (Tabla 5.4).

Tabla 5.4  
Composición vitamínica de los componentes del huevo

Vitamina	Albumen	Yema	Huevo entero sin cáscara
Vitaminas liposolubles			
A, U.I.	-	800 - 2500.	250 - 700
D <sub>3</sub> , U.I.	-	110 - 450.	35 - 150
E, mg	-	3,5 - 10.	1,1 - 3,5
K, mg	-	0,05 - 0,15	0,02 - 0,06
Vitaminas hidrosolubles			
Colina, mg	-	1250	410
Tiamina (B <sub>1</sub> ), µg	3 - 5	275	95
Riboflavina (B <sub>2</sub> ), µg	300 - 450	400 - 500	300 - 350
Nicotínico, µg	85 - 95	40 - 70	60 - 80
Piridoxina (B <sub>6</sub> ), µg	25	300 - 350	150 - 200
Pantoténico, µg	190 - 250	2500 - 4500	1200 - 1700
Biotina, µg	5 - 7	30 - 690	15 - 20
Fólico, µg	1	50 - 105	15 - 35
B <sub>12</sub> , µg	-	2,1 - 3,5	0,7 - 1,2

Fuente: Grobas S, Mateos G. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. En XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 1996. p 1-25.

A excepción del sodio, potasio y cloro que están presentes en forma libre, los demás minerales están ligados a proteínas o fosfolípidos. Así, por ejemplo, el fósforo en la yema es orgánico casi en su totalidad y forma parte de las fosfoproteínas y fosfolípidos de la yema, lo que permitiría la unión con el calcio, concentrándose más este mineral en la yema que en el albumen como se observa en la tabla 5.5.

Tabla 5.5  
Composición mineral de los componentes del huevo

Mineral	Albumen	Yema	Huevo entero sin cascara
Sodio	140 - 200	40 - 70.	135
Potasio	130 - 170	90 - 130.	135
Cloro	150 - 180	150 - 180.	170
Calcio	7 - 15	100 - 190.	55
Magnesio	10 - 12	10 - 12.	11
Fosforo	10 - 15	550 - 650.	220
Hierro	-	5 - 10.	2 - 3
Azufre	160 - 200	160 - 180.	170

Fuente: Grobas S, Mateos G. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. En XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 1996. p 1-25.

Finalmente, también nutricionalmente debe valorarse al huevo por su alta disponibilidad en selenio, un mineral imprescindible en las acciones de enzimas antioxidantes cuyo rol es clave en el control del stress oxidativo y en la prevención de determinados tipos de cáncer. Así pues, un huevo con un peso de 60g puede aportar selenio en un 13% del total de ingesta diaria recomendada.

El color amarillo-anaranjado de la yema es debido la presencia de pigmentos carotenoides, principalmente las xantofilas: luteína y zeaxantina. Aunque no son importantes desde el punto de vista

nutricional, sí lo son comercialmente por ser uno de los parámetros de calidad que tiene en cuenta el consumidor. El color amarillento de la clara se debe a la presencia de riboflavina. En caso de carencia, el albumen presenta un color más blanquecino.

#### **5.4. EL HUEVO COMO ALIMENTO FUNCIONAL**

El posible papel del huevo como alimento e ingrediente de tipo funcional debería justificarse por la presencia en el mismo de determinados compuestos que han sido identificados como fisiológicamente activos y con efectos preventivos frente a determinadas patologías, de componentes que han estado siempre presentes en muchos alimentos de nuestra dieta. Entre los componentes potencialmente funcionales presentes en el huevo tenemos los carotenoides luteína y zeaxantina, colina, vitamina B12 y selenio.

Los carotenoides que determinan el color de la yema como es el caso de la luteína y zeaxantina han recibido en los últimos años especial atención. Ambos pigmentos se acumulan en el cristalino y en la región macular de la retina. El riesgo de cataratas y la degeneración macular relacionada con la edad están vinculadas a procesos altamente oxidativos, por ello la luteína y zeaxantina de la yema de huevo pueden prevenir dichos problemas patológicos.

El huevo es recomendable para cualquier edad y esa recomendación se hace más evidente en determinadas épocas o estados fisiológicos de la vida. En niños y adolescentes pueden contribuir con el crecimiento y desarrollo, por su contenido proteico y zinc.

En el tercer trimestre del embarazo se observa una patología denominada “hígado graso” que puede ser atribuible a un incremento en las necesidades de colina, no satisfecha por la dieta de las gestantes, y que puede ser cubierta por un consumo de 4 huevos al día debido a la lecitina o fosfatidilcolina presente en el huevo. Así el

consumo de huevo durante la gestación puede mejorar la memoria, recordando que la lecitina contiene colina, la misma que contribuye al desarrollo del sistema nervioso al formar parte de las membranas de las neuronas y sus axones. De ahí la importancia del huevo en la dieta de las madres lactantes.

El aporte de Vitamina B12 correspondiente al 50% del total de ingesta recomendada por parte del huevo, brinda una protección frente a enfermedades cardiovasculares debido a la participación de dicha vitamina como coenzima de la metionina sintasa reduciendo la concentración de homocisteína al transformarlo en metionina.

El selenio que aporta el huevo contribuye con una mejor actividad de las selenoproteínas entre ellas la glutatión peroxidasa, favoreciendo de esta manera en la protección frente al stress oxidativo.

Por estas razones la falsedad del huevo como “malo” por su contenido de colesterol se está cambiando radicalmente hacia su uso como un alimento funcional.



## Capítulo VI

# LECHE



## 6.1. DEFINICIÓN

La leche se define como el producto destinado para el consumo humano, proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de especies domésticas.

Es obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.

El producto lácteo es un producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración.

Leches utilizadas en la alimentación desde tiempos ancestrales son las leches de oveja, cabra y vaca; siendo las de burra, yegua, reno y camello las menos relevantes.

La composición de la leche varía con la especie, raza, tipo de alimentación, estado sanitario y fisiológico del animal, época del año y el número de ordeños (Tabla 6.1).

Como se aprecia en la tabla 6.1; las leches difieren ampliamente en su composición de acuerdo a especie de la que proviene: la humana es más rica en hidratos de carbono y más pobre en proteínas; la de oveja, búfalo y rena son las más ricas en energía debido a su alto contenido de grasas y proteínas.

En la actualidad, el hombre utiliza para alimentarse en gran escala, un sucedáneo de la leche materna de su propia especie, la leche de vaca. Las razas vacunas que hemos creado, más difundidas en el mundo destinadas a la producción lechera, pertenecen a la espe-

cie Bos Taurus: Jersey, Brown Swiss, Holstein, Simmental, Normanda, etc.; sin embargo, son también importantes las razas descendientes del Bos Indicus provenientes de la India y del norte de África adaptadas a los climas tropicales: Nelore, Guserat, Gyr, Brama y sus cruces, y Bubalus Bubalis o búfalo de agua.

Tabla 6.1  
 Contenido porcentual de grasa y proteína presente en la leche según especie

Especie	% Grasa	% Proteína	% Sólidos totales
Humana	3.75	1.63	12.57
Vacuna	3.7	3.5	12.8
Búfalo de agua	7.45	3.78	16.77
Cebú	4.97	3.18	13.45
Caprina	4.25	3.52	13
Ovina	7.9	5.23	19.29
Asnal	1.1	1.6	9.6
Caballar	1.7	2.1	10.5
Camélida	4.1	3.4	12.8
Reno	12.46	10.3	36.7

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego. Leguminosas de grano. "Semillas nutritivas para un futuro sostenible" Lima: GALU GRAF; 2016.

### Calostro

Secreción de los primeros dos o tres días, que se caracteriza porque es un líquido con alto contenido en sólidos, de fuerte olor y sabor amargo, abundante en inmunoglobulinas. Dicho calostro está destinado fundamentalmente a fortalecer el sistema de protección del becerro y sólo este le sirve; por su gran proporción de inmunoglobulinas.

## **Norma oficial de la leche**

Tengamos en cuenta algunas definiciones, según la última Norma Oficial Peruana vigente del 2003: Leche: es el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante el ordeño. Leche cruda entera: es el producto íntegro no alterado ni adulterado del ordeño higiénico, regular y completo de vacas sanas y bien alimentadas, sin calostro y exento de color, olor, sabor y consistencia anormales y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno.

### **Otras definiciones:**

**Leche homogenizada:** es aquella que ha sido procesada de manera tal, que los glóbulos grasos han sido fragmentados a tal grado que después de 48 horas de mantener la leche en reposo, no ocurre ninguna separación visible de la crema.

**Leche higienizada:** es aquella considerada como Leche, Leche cruda y Leche íntegra o entera que ha sido sometida a uno de los procesos de Leche pasteurizada, Leche ultra pasteurizada y Esterilización comercial.

**Leche pasteurizada:** es aquélla que ha sido sometida a un tratamiento térmico específico y por un tiempo determinado, para lograr la destrucción total de los organismos patógenos que pueda contener, sin alterar en forma considerable su composición, sabor ni valor alimenticio.

**Leche ultra pasteurizada:** es la que ha sido sometida a un proceso rápido de alta temperatura, sin causar modificaciones considerables, en su composición, sabor, ni valor alimenticio, obteniéndose un producto comercialmente estéril.

**Esterilización comercial:** para leche empacada herméticamente, se entiende como tal, el proceso tecnológico, mediante el cual los

microorganismos patógenos y sus esporas son destruidos, paralelamente con otros tipos de microorganismos que causan deterioro al producto.

**Leche adulterada:** tendrá la condición de adulterada, toda leche a la que se le ha adicionado o sustraído, cualquier sustancia para variar su composición, peso o volumen, con fines fraudulentos o para encubrir cualquier defecto debido a ser de inferior calidad o tener la misma alterada. No se considera adulteración la adición o sustracción de cualquier sustancia para variar su composición, siempre y cuando cumpla con alguno de los Tipos contemplados en esta norma.

**Leche alterada:** tendrá la consideración de alterada, toda leche que, durante su obtención, preparación, manipulación, transporte, almacenamiento o tenencia, y por causas no provocadas deliberadamente, hayan sufrido variaciones tales en sus características organolépticas, composición química o valor nutritivo, que su aptitud para la alimentación haya quedado anulada o sensiblemente disminuida, aunque el producto se mantenga inocuo.

**Leche contaminada:** tendrá la consideración de contaminada, toda leche que contenga gérmenes patógenos, sustancias químicas o radioactivas, toxinas o parásitos capaces de transmitir enfermedades al hombre o a los animales. No será obstáculo, a tal consideración, la circunstancia de que la ingestión de tal leche, no provoque trastornos orgánicos en quien la hubiera ingerido.

**Leche falsificada:** tendrá la condición de falsificada, toda leche en la que se haga concurrir alguna de las siguientes circunstancias: - que haya sido preparada o rotulada para simular otra. - que su composición real no corresponda a la declarada y comercialmente anunciada. - cualquier otra capaz de confundir al consumidor.

**Leche reconstituida:** es el producto uniforme que se obtiene de la reintegración de agua a la leche en polvo, sea integra, semidescre-

mada o descremada, agregándole o no grasa láctea deshidratada o sometiéndola luego a higienización de forma que presente las mismas características de la leche líquida correspondiente.

**Leche recombinada:** es el producto de la mezcla de la leche cruda con la leche reconstituida en proporción no mayor al 30% de esta última, higienizada posteriormente y que presenta características fisicoquímicas y organolépticas similares a la de la leche correspondiente.

## 6.2. COMPOSICIÓN DE LA LECHE

En la composición de la leche, encontramos proteínas, lactosa, grasas, vitaminas, minerales y enzimas. Estos constituyentes difieren entre sí por el tamaño molecular y por su solubilidad, tornando a la leche en un complicado sistema físico-químico: las moléculas menores representadas por las sales, lactosa y vitaminas hidrosolubles se presentan en un estado de solución verdadera. Las moléculas mayores, lípidos, proteínas y enzimas, aparecen en estado coloidal.

Tabla 6.2  
Composición porcentual de los macronutrientes en la leche humana,  
de vaca y procesadas

Tipo de leche	Energía. K cal	Humedad (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)
Materna	70	87.5	1.0	4.4	6.9	0.0	0.2
Vaca	63	87.8	3.1	3.5	4.8	-	0.7
Condensada	322	27.2	7.9	9.2	53.7	-	2.0
Evaporada	133	73.5	6.3	7.7	10.9	-	1.6
En polvo entera	484	3.9	27	26.1	36.1	0.0	6.8
En polvo descremada	362	3.2	36.2	0.8	52.0	0.0	7,9

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10.<sup>a</sup> ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

La leche de vaca tiene la siguiente composición en promedio: agua en un 87%, carbohidratos en un 5%, Proteínas aproximadamente 3,5% y grasas 3,5%. En la tabla 6.2 se presenta la composición de la leche de vaca en comparación con la leche materna y la leche de vaca procesada.

## **PROTEÍNAS**

La leche es un buen alimento debido a la alta calidad de sus proteínas, el valor biológico de la proteína de la leche es de 0,93. La proteína de la leche contiene todos los aminoácidos esenciales y que junto con las proteínas del huevo son consideradas por la FAO, las proteínas patrón sobre la cual se comparan otras proteínas.

Las proteínas de la leche están conformadas por caseína que representa el 80% del total proteico y las proteínas del suero o seroproteínas que constituyen el 20% restante entre las cuales se encuentran la lactoglobulina, lactoalbumina, seroalbumina e inmunoglobulinas.

### **Caseínas**

Las caseínas pueden separarse de las proteínas del suero por precipitación a pH 4,6 y 20°C, donde quedan como sobrenadante las proteínas del suero. Las caseínas presentan un alto contenido en los aminoácidos ácido glutámico y ácido aspártico, cuyos grupos carboxilo se encuentran ionizados con carga negativa cuando la leche tiene su pH ligeramente ácido y específicamente a pH 6,7. Esta carga negativa presente en la caseína por dichos aminoácidos hace que las estabilice por repulsión. Al disminuir el pH a 4,6, se alcanza el punto isoelectrico de la caseína debido a que habrá aproximadamente igual número de cargas positivas y negativas en las caseínas, produciéndose la coagulación, característico durante la elaboración del yogurt cuando se acidifica la leche.

Prácticamente todas las moléculas de caseína están asociadas entre sí integrando las micelas. Existen cuatro fracciones de caseínas que se diferencian por su movilidad electroforética:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\kappa$ . Las caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  son muy sensibles a la alta concentración de los iones calcio propios de la leche, estas precipitarían si no se contará con la caseína  $\kappa$  que cumple una función protectora y estabilizadora. Esta propiedad es muy utilizada en la elaboración del queso, debido a la actividad de la renina o cuajo sobre la caseína  $\kappa$  al romperla, desestabilizándola de esta manera y que durante el agregado del calcio se desarrolla la precipitación de las demás caseínas obteniéndose el queso.

Las proteínas del suero

- a)  $\alpha$  – Lactalbumina: Constituye el sistema enzimático requerido para las síntesis de la lactosa.
- b)  $\beta$  – Lactoglobulina Insoluble en agua destilada, soluble en disoluciones de sales, se desnaturaliza y precipita a menos de 73°C (No resiste a la pasteurización). Esta proteína no se encuentra en la leche humana siendo abundante especialmente en rumiantes y es considerada la responsable de ciertas reacciones alérgicas en los infantes. Existen tratamientos industriales que permiten modificar los componentes de la leche de vaca para que se parezcan a los de la leche humana y poder dársela a los bebés. En estos procesos se elimina esta fracción proteínica por precipitación con polifosfatos o por filtración en gel, para después mezclarla con otros componentes (Caseína, aceite de soya, minerales, vitamina, etc.).  
Cuando se calienta la leche, las albuminas anteriormente mencionadas forman un precipitado floculento que se asienta en el fondo y en las paredes del recipiente
- c) Proteína ácida del suero: Contiene estructura similar a la de los inhibidores de proteasa, su función es antimicrobiana y protectora de las mucosas orales.

- d) Inmunoglobulinas: Representan el 10% del total de las proteínas del suero de la leche y provienen de la sangre del animal. Pertenecen a los tipos IgA e IgE y proceden de las células plasmáticas del tejido conjuntivo de la mama y que transmiten cierta inmunidad a la cría. Suelen ser muy abundantes en el calostro.

## GRASAS

La fracción lipídica de la leche está representada por un 98% de triglicéridos y el resto 2% corresponden a un gran número de sustancias lipídicas en muy baja concentración entre los que destacan: diacilglicéridos, monoacilglicéridos, fosfolípidos, ácidos grasos libres, esteroides y algunos hidrocarburos.

### a. Triglicéridos

Los triglicéridos se encuentran asociados integrando pequeñas partículas llamados glóbulos de grasa que en la leche cruda tienen un tamaño de 0,1 a 22 micras; dispersos en el medio acuoso estableciéndose en este caso una emulsión estable en la leche. Estas gotitas de grasa están envueltas por una membrana constituida principalmente por fosfolípidos procedentes de la membrana plasmática de las células mamarias.

El aspecto más interesante de los triglicéridos de la leche es la gran diversidad de ácidos grasos, así tenemos la presencia de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados que representan entre ellos el 96,4% del total de ácidos grasos, entre tanto que el 3,6% restante lo conforman ácidos grasos poco comunes entre ellos hidroxilados, ramificados, cíclicos, etc.

En referencia a la calidad de la grasa de la leche en función de los ácidos grasos, esta es mayoritariamente es de tipo saturada en un 62,8% del total de ácidos grasos, los ácidos grasos

insaturados representan el 30,7% y los ácidos grasos poliinsaturados en 2,9%. De ahí que se debe considerar un consumo moderado en la etapa adulta o de consumir productos lácteos desnatados o descremados.

### **b. Fosfolípidos**

El contenido de fosfolípidos llega a ser hasta el 1% del total de lípidos de la leche, está constituida principalmente por fosfatidilcolina o lecitina (34,5% del total de fosfolípidos), Fosfatidiletanolamina (31,8%), esfingomiélin (25,2%) fosfatidilinositol (4,7%) y fosfatidilserina (3,1%).

En general los ácidos grasos de la mayoría de los fosfolípidos son de cadena mínima de 14 carbonos, siendo los saturados más importantes son el palmítico y esteárico y entre los insaturados son el oleico y el linoleico.

A pesar de su baja concentración en la leche, los fosfolípidos desempeñan un papel importante pues actúan como emulsificantes naturales de los glóbulos de grasa, estabilizándolos y por tanto confiriendo estabilidad en la leche.

### **c. Otros lípidos**

La grasa láctea contiene además pequeñas cantidades de otros lípidos. Los esteroides más importantes son el colesterol (115-120 mg/dl) y en menor grado el lanosterol; también se han encontrado beta sitosterol, un éster, procedente del reino vegetal, así como carotenoides este último que puede brindar el color amarillento a la grasa de la leche.

## **VITAMINAS**

La leche contiene todas las vitaminas conocidas necesarias al hombre. Es preponderantemente rica en riboflavina. Es una buena fuente de vitamina A y tiamina, sin embargo, es pobre en niacina y

ácido ascórbico. En la leche, los niveles de vitamina A y el de su precursor, el caroteno, están propensos a ser más elevados en el verano, cuando la vaca lo consume abundantemente debido a su alimentación más verde que en el invierno.

Las diferentes razas varían en su capacidad para transformar el caroteno en vitamina A. Como la vitamina A es liposoluble, se presenta en los productos lácteos en razón a su tenor de grasa. La leche contiene más Vitamina D en verano que en invierno, debido a la mayor alimentación verde y al incremento de luz solar. Estas variaciones estacionales son corregidas en algunos países por la adición de vitamina D.

Las vitaminas hidrosolubles están presentes en todas las formas de crema y leches. En la leche descremada la riboflavina se presenta como lactoflavina y le confiere un color verdoso. En la preparación del queso, gran parte de las vitaminas hidrosoluble pasan al suero, de modo que los quesos tienen pocas cantidades de estas vitaminas. Durante el hervido se pierde algo de ácido ascórbico y tiamina, por lo que la dieta debe de ser completada con alimentos ricos en estos nutrientes.

## **MINERALES**

Prácticamente todos los minerales del suelo, de donde se ha alimentado la vaca, están presentes en la leche. De los minerales presentes en la leche, el calcio es el más significativo desde el punto de vista nutricional. Está presente en forma abundante y fácilmente asimilable por el organismo. Estudios dietéticos han mostrado que las deficiencias de calcio en nuestras dietas son debidas al bajo consumo de leche. Se torna difícil planear una dieta adecuada sin el concurso de productos lácteos. El tenor de fósforo también es considerable en la leche, pero de menor importancia nutritiva que el calcio ya que puede ser proveído por otras fuentes alimentarias comunes. La leche es relativamente pobre en fierro y cobre.

Cenizas y sales de la leche no son términos sinónimos. Las primeras son el residuo blanco que permanece después de la incineración de la leche a 600 °C y están compuestas por óxidos de sodio, potasio, calcio, hierro, fósforo y azufre, más algo de cloruro.

El azufre y fracciones de fósforo y hierro, proceden de las proteínas. Las sales de la leche son fosfatos, cloruros y citratos de potasio, sodio, calcio y magnesio. Los cloruros de sodio y los de potasio están totalmente ionizados, mientras que los fosfatos de calcio, magnesio y citrato están, una parte en forma soluble y otra en forma de complejos coloidales en equilibrio, muy débil, con el complejo caseína.

Aproximadamente dos tercios del contenido total de calcio de la leche adoptan una configuración coloidal dispersa y solo un décimo de él se haya ionizado. El estado de equilibrio entre el calcio iónico y las formas ligadas o en complejos desempeña un papel importante en la estabilidad física de los productos lácteos elaborados. Por acidificación, se ioniza más calcio y ello contribuye a la desestabilización de la caseína. Por diálisis, se disocia el complejo calcio-fosfato y libera las unidades micelares.

Las elevadas temperaturas desplazan el equilibrio hacia la formación de complejos, con lo que se disminuye la concentración de las especies iónicas y aumenta la estabilidad del sistema caseína. Además de las sales mayoritarias, la leche contiene trazas de otros muchos elementos, que reflejan en cierto grado, las características del alimento consumido. Algunos de estos elementos, como molibdeno y hierro, forman parte de las enzimas.

## ENZIMAS

Son catalizadores biológicos de naturaleza proteica (provista o no de una parte no proteica llamada coenzima o grupo prostético). Las enzimas se encuentran presentes como proteínas simples o como apoproteínas en los complejos lipoprotéicos. Las enzimas de

la leche se encuentran repartidas en todo el sistema, sobre la superficie del glóbulo graso, asociado a las micelas de la caseína y en forma simple en suspensión coloidal. A pesar del gran número de enzimas presentes en la leche unos pocos revisten especial interés para el bromatólogo. Las más importantes son: Fosfatasa alcalina que sirve como indicador de la deficiente pasteurización, Lipasa, Proteasa y Xantinaoxidasa.

### **6.3. TRATAMIENTOS TECNOLÓGICOS Y CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS**

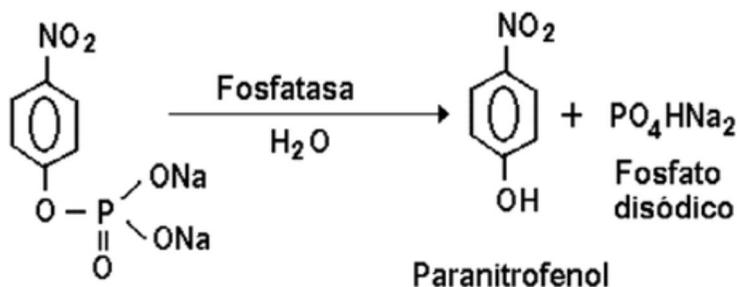
#### **6.3.1. Modificaciones por tratamientos térmicos**

##### **Pasteurización**

- Las técnicas de pasteurización son diversas, en general, podemos hablar de técnicas altas y bajas; y técnicas lentas y rápidas. **Las bajas son aquellas que no sobrepasan los 70°C y las lentas, las que se realizan durante varios minutos.**
- El Tratamiento mínimo calórico permite la eliminación de los microorganismos potencialmente patógenos de la leche (*Micobacterium tuberculosis*), pero no a las fermentativas por ello su refrigeración es por algunos días. Así mismo no destruye a las esporas de determinadas bacterias y que son resistentes a dichas temperaturas
- Se produce una inactivación de enzimas lipasas parcialmente en el tiempo, reduciendo el enranciamiento.
- En relación a las modificaciones químicas, preserva la mayoría de sus propiedades nutricionales y organolépticas, sin embargo, la tiamina sufre una reducción del 10%; la Vitamina C desaparece y el 20% de las proteínas del suero se desnaturaliza

- La **pasteurización relámpago** o **pasteurización flash**, también conocida por la sigla **HTST** (del inglés *High Temperature/Short Time*, "alta temperatura/corto lapso o rápida") es un proceso térmico aplicado a ciertos alimentos con el objeto de reducir las poblaciones de bacterias.
- Se trata de uno de los métodos de pasteurización más habituales en el que se aplica una alta temperatura durante un corto período.
- El periodo de exposición del alimento a temperaturas dependerá de ciertos factores, pero en alimentos como la leche se tienen temperaturas de 72 °C aplicadas en un intervalo de 15 segundos.
- Se ha procurado en la industria de la alimentación desde los comienzos de empleo del método HTST hacer que grandes cantidades del alimento queden expuestas a temperaturas "altas" durante un corto período sin que el propio proceso rompa "en demasía" la cadena de procesamiento del alimento.
- Es por esta razón por la que se emplean técnicas de "flujo continuo", en los que el alimento (generalmente líquido o con un aspecto de viscosidad apropiado) pasa a través de unos intercambiadores de calor, lo que permite una mayor automatización del proceso.
- Pasteurización HTST es utilizado frecuentemente en el tratamiento de lácteos como yogures, leche, helado (79 °C/15 segundos). El método HTST se aplica en las fases finales de elaboración de cerveza, cuando ésta se embotella en los recipientes esterilizados. En el procesado de zumos de frutas y en el envasado de sopas, etc.
- Existe una prueba rutinaria de la **fosfatasa alcalina** presente en la leche (también en suero, nata, mantequilla). La fosfata-

sa alcalina se inactiva a una temperatura similar a la de las bacterias patógenas, en caso de no ser así la prueba es positiva cuando se produce la transformación del sustrato paranitrofenilfosfato disódico en paranitrofenol de color amarillo (Figura 6.1).



### Paranitrofenilfosfato disódico

Figura 6.1 Reacción de la fosfatasa alcalina.

- En el caso de tratamiento excesivo de calor se emplea la prueba de la Peroxidasa (Para esterilización).

### **Esterilización**

- Es un procedimiento que permite procesar a la leche en temperaturas de 115 °C durante 15 min o de 125 °C durante 4 min.
- Entre las modificaciones que se puede establecer en la leche esterilizada tenemos el amarillamiento que se puede producir oscurecimiento no enzimático principalmente relacionado con la Reacción de Maillard por interacción de la lactosa, el carbohidrato principal con los aminoácidos básicos de las proteínas lácteas, produciéndose una pérdida de más del 3% de la lisina. En la reacción de Maillard se inicia con la unión

del grupo aldehído de la unidad de glucosa de la lactosa con el grupo amino de los aminoácidos, generando una base de schiff, la cual a través de una serie de reacciones permite la generación de compuestos coloreados de color amarillo. Así mismo la leche toma sabor a cocido. Así mismo también se establece la caramelización entre las unidades de lactosa, al sobrepasar su punto de fusión.

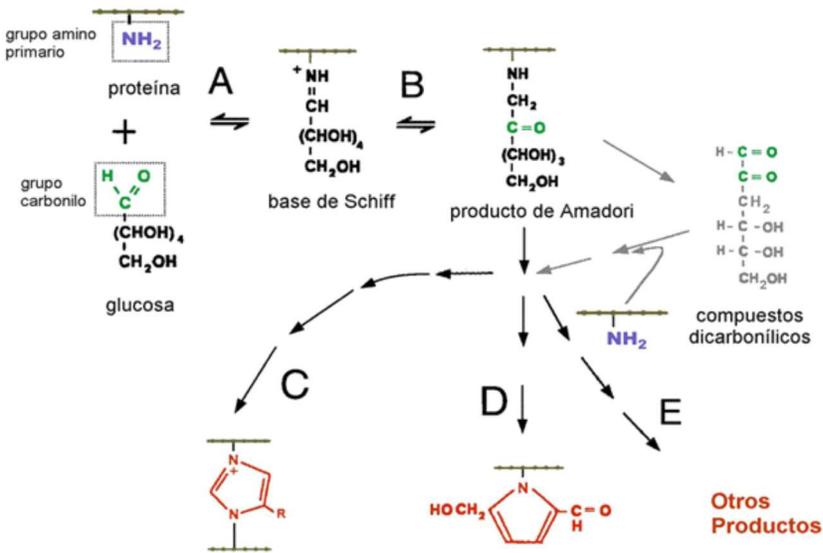


Figura 6.2 Reacción de Maillard.

- No obstante, en esta técnica hay importantes alteraciones de los componentes lácteos: Caseínas parcialmente desfosforiladas y Proteínas solubles desnaturalizadas.
- Los cambios de aroma están asociados con frecuencia al desenmascaramiento de los grupos sulfidrílicos de la  $\beta$ -lactoglobulina y relacionados con el olor a cocido.

- La mayor cantidad de los aminoácidos azufrados (cistina, cisteína, metionina) están en las proteínas del suero generan  $H_2S$  y mercaptanos típico del olor y sabor de las leches sobre-calentadas.
- La desnaturalización provoca el desdoblamiento de estas proteínas y la exposición de los grupos sulfhidrilos libres ( $-SH$ ), ruptura de enlaces  $S-S$  que genera más  $-SH$ , lo cual induciría a la agregación y la precipitación de la  $\beta$ -lacto-globulina.

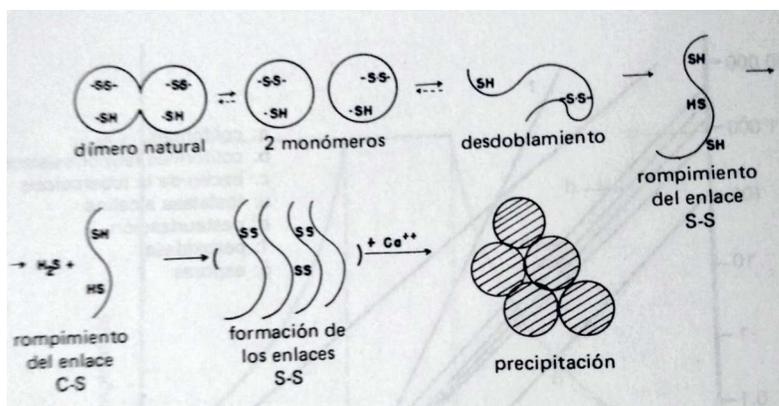


Figura 6.3 Efecto de los tratamientos térmicos sobre la  $\beta$ -lactoglobulina.

Fuente: Badui S. Química de los Alimentos

### Ultra High Temperature

- Ultra High Temperature se basa en el principio “alta temperatura- tiempo corto” (HTST).
- El proceso **UHT** es de flujo continuo y mantiene la leche a una temperatura superior más alta que la empleada en el proceso HTST, y puede rondar los  $135\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante un período de al menos dos segundos.
- **Se reducen los tiempos incrementando la temperatura; así se consigue mantener el valor nutritivo y el sabor.**

- **La leche uperizada en la que** mediante el vapor, se llega a 150 °C durante 1 a 3 seg.
- Se produce una inactivación casi total de todos los microbios (esporas), sus esporas y también de las enzimas.
- Los efectos de la ultrapasteurización sobre la calidad nutricional son mínimos, no se presentan cambios en el contenido graso, la lactosa o las sales, solo se presentan cambios marginales en el valor nutricional en proteínas y vitaminas.
- Se presentan pérdidas marginales en la lisina (2-4%) no significativas.
- Sin embargo, la tiamina, vitamina B6 y B12, el ácido fólico y el ascorbato (vitamina C) son especialmente susceptibles al calor y/o se degradan oxidativamente. De ellas la tiamina es la menos termoestable y presenta pérdidas no mayores al 3%.
- Aunque tanto la pasteurización como el tratamiento UHT causan pérdidas muy pequeñas de estas vitaminas (menos del 20% en promedio), esto va en detrimento del equilibrio en una dieta sana.

## 6.4. TIPOS DE LECHE

### 6.4.1. SEGÚN LA PRESENTACIÓN FÍSICA

- **LECHE EVAPORADA O CONCENTRADA.** Tras la pasteurización y la homogeneización, se elimina parte del agua por evaporación bajo vacío.
- Se suelen utilizar concentraciones de 1/4 ó 1/5 del volumen inicial.
- Este método se puede aplicar a la leche natural, entera, desnatada o semidesnatada.

- **LECHE CONDENSADA** se obtiene al añadir a la leche concentrada una cantidad de sacarosa similar a la del agua eliminada.
- Este medio tan azucarado actúa como inhibidor del crecimiento bacteriano.
- **LECHE EN POLVO** es el producto seco y pulverulento que resulta de deshidratar la leche natural, entera total o parcialmente desnatada, que ha sido sometida a un tratamiento térmico equivalente-al menos, a la pasteurización.
- El calentamiento contribuye a estabilizar las proteínas y a inactivar a las lipasas.
- El contenido final en agua es de un 3% a 4%.

#### **6.4.2. SEGÚN SU CONTENIDO EN GRASA**

- Leche entera: Conserva toda su grasa como mínimo 3,2%.
- Leche semidescremada o semidesnatada: Conserva parcialmente su grasa, como mínimo 1,5% y como máximo 1,8% de materia grasa. La eliminación de la materia grasa es aproximadamente de la mitad.
- Leche descremada o desnatada: No contiene grasa, como mínimo 0,3%. Se le extraen la casi totalidad de sus lípidos, pero conserva sus proteínas, lactosa y calcio, aunque no sus vitaminas liposolubles.

### **6.5. ELABORACIÓN DE OTROS PRODUCTOS LÁCTEOS**

#### **QUESO**

- **Producto que resulta de coagular la leche mediante el cuajo o renina y con posterior separación del suero.**
- Elevado valor proteico, dada su riqueza en caseína.

- El queso también es rico en calcio.
- Sus niveles de grasa y colesterol suelen ser inferiores a los de la leche de partida.
- La fracción K desempeña un papel estabilizador muy importante ya que previene la precipitación de las caseínas  $\alpha_1$  y  $\beta$  por la acción del calcio lácteo.
- Se observa que esta proteína tiene una sección muy hidrófoba (1-105) y otra hidrófila (106-169). por lo que su mecanismo de acción es semejante al de los agentes emulsionantes que interaccionan en dos fases inmiscibles.
- Otra característica es que, por tener un sólo residuo de fosfo-serina, no es capaz de ligar tanto calcio como lo hacen las fracciones  $\alpha_1$  y  $\beta$ , lo que la hace ser insensible a estos iones divalentes.

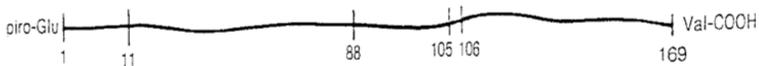


Figura 6.4 Estructura de la caseína k.

- El enlace 105-106 (fenilalanina - metionina) es hidrolizado por la renina y produce la para-caseína-K (zona 1-105) y el macropéptido 106-169) provocando que pierda esta característica estabilizadora, y por tanto, que las otras caseínas precipiten por la acción del calcio.
- Existen dos grupos de queso: frescos y maduros. Los quesos frescos son aquellos que no sufren proceso de maduración, como el requesón, el Petit Suisse y la Mozzarella. Los quesos maduros, aquellos que a través de las técnicas de maduración adquieren distintos aromas, sabores y texturas, mejorando su conservación y digestibilidad. Dentro de este grupo tenemos el Cheddar, Gruyere, Parmigiano (Parmesano)

## SUERO LÁCTEO

- **Suero del Queso:** Es el lactosuero o líquido residual que procede de la elaboración del queso.
- **Suero de mantequilla o mazada.** Resulta al batir la nata para formar la mantequilla.
- **Suero en polvo.** Tras someterse el suero del queso a técnicas de desecación, se consigue un producto pulverulento que se puede emplear con diversos fines.
- Todos estos productos resultan interesantes por su concentración en proteínas y en lactosa.
- Presentan algún inconveniente: excesiva salinidad, baja composición con proporción de proteínas/glúcidos y gran labilidad, por ser un excelente medio de cultivo.

## NATA

- La nata se considera como la leche enriquecida en materia grasa. Físicamente es una emulsión de grasa en agua en la cual los glóbulos grasos se mantienen intactos.
- Atendiendo a la materia grasa se pueden clasificar en:
  - Doble nata -% de grasa > 50%.
  - Nata -% de grasa entre 30-50%.
  - Nata delgada o ligera -% de grasa entre 12-30%.

## YOGURT

- Producto obtenido por la fermentación de la leche debido a la acción de las bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* que provocan la transformación parcial de la lactosa en ácido láctico proceso conocido como fermentación láctica, que origina un descenso del pH y por consiguiente la coagulación de la caseína de la leche.

- El valor nutritivo del yogurt es prácticamente igual al de la leche de la que procede, pero su digestibilidad es mayor por los cambios en sus nutrientes.
- Aumenta su contenido en vitaminas, el calcio está en la forma de lactato de calcio que se asimila y se absorbe mejor en el organismo. La lactosa se encuentra degradada mayormente en ácido láctico.
- El ácido láctico del yogurt protege las mucosas intestinales. Las proteínas y las grasas se encuentran parcialmente escindidas y por lo tanto son digeridas más fácilmente.

### **MANTEQUILLA**

- La grasa de la leche se bate hasta formar una masa ligeramente amarilla, untuosa al tacto, con agradable aroma y delicioso sabor. Tiene de 81 a 85% de grasa, de 14 a 16% de agua y de 0,5 a 2% de sustancia seca magra, correspondiente a un mínimo de proteína y minerales.
- Es una emulsión en cuya fase de grasa está disuelta una serie de sustancias, como triglicéridos con ácidos grasos saturados de cadena corta, butírico, mirístico, caprílico, caprico; también otros con ácidos grasos insaturados en menor proporción, muy pocos fosfolípidos y una mínima cantidad de colesterol.
- Por tener mayor proporción de grasas saturadas y esa pequeña cantidad de colesterol, la mantequilla es a veces satanizada como alimento contrario a la salud.

## **6.6. EL YOGURT COMO ALIMENTO FUNCIONAL**

Los productos lácteos fermentados, como es el caso del yogurt, considerado como probióticos por ser fuente de microorganismos vivos que benefician al organismo humano al mejorar el balance de

su microflora intestinal. Las bacterias que colonizan el tracto gastro intestinal humano están divididas en dos categorías, las beneficiosas entre las que destacan las *Bifidobacterias* y *Lactobacilus* y las perjudiciales representadas por las del género *Enterobacterias* y *Clostridium*

Los probióticos como es el caso del yogurt pueden manipular las comunidades microbianas intestinales y suprimir el crecimiento de patógenos mediante la inducción de la producción de  $\beta$ -defensinas y estimular la formación de anticuerpos IgA, incrementándose así la respuesta inmune a los microorganismos patógenos y el de evitar su adhesión a la mucosa digestiva. Los probióticos pueden ser capaces de fortalecer la barrera intestinal mediante el mantenimiento de uniones estrechas y la inducción de la producción de mucina.

El papel de los probióticos en la reducción del riesgo de cáncer, particularmente el de colon toma mucha importancia debido a que las bacterias lácticas pueden alterar o modular la actividad de enzimas fecales como  $\beta$ -glucoronidasa, azorreductasa o nitrorreductasa, que pueden jugar un papel en el desarrollo del cáncer de colon.

Así mismo no se puede dejar de lado la importancia del ácido butírico, presente en la leche y los productos lácteos, que provee la energía para las actividades bioquímicas del enterocito colónico y por su posible efecto inhibidor de la proliferación celular e inductor de apoptosis de células cancerígenas hecho demostrado in vitro.

## Capítulo VII

# CEREALES



## 7.1. DEFINICIÓN

Son los frutos maduros y desecados de las gramíneas que adoptan la conocida forma de crecimiento en espiga. Lo más utilizado en nuestra alimentación son el trigo y el arroz, aunque también se utiliza el maíz, cebada, quinua y la kiwicha.

También se denomina cereales a los granos o semillas de varias especies de la familia de las gramíneas.

## 7.2. VALOR ALIMENTARIO

El valor alimentario de los cereales, es muy importante por una serie de ventajas, son de fácil cultivo se adaptan a casi todos los climas, se les puede obtener en grandes cantidades y pueden conservarse por simple desecación espontánea.

En general el contenido de humedad varía desde un 10% a un 15% por lo que se les considera como alimentos concentrados. Las proteínas fluctúan desde 7% al 13% y la grasa desde 1% al 5%.

El contenido de Carbohidratos, principalmente el almidón es del orden del 70% al 78% mientras que la fibra y las cenizas alcanzan el 2%. El valor calórico promedio de los cereales, tanto enteros como en forma de harinas de 350 Kcal por 100g. Como se suelen consumir en cantidades bastante grandes es una fuente importante de proteínas y carbohidratos, tal como puede observarse en la tabla 7.1.

En cuanto a la proteína presente de manera general en los cereales, esta es considerada de baja calidad. El bajo valor biológico de la proteína de los cereales (0,60 a 0,70) se debe a que este grupo alimentario presenta niveles bajos del aminoácido esencial lisina.

Tabla 7.1  
Composición proximal en cereales por 100 g de porción comestible.

CEREAL	VE (Kcal)	Humedad g	Proteína g	Grasa g	Carbohidrato g	Fibra g	Ceniza G
Arroz pulido crudo	359	13,1	8,2	0,5	77,8	0,4	0,4
Arroz pulido cocido	115	72,2	2,4	0,1	25,2	0,1	0,1
Arroz con cáscara	332	11,9	5,9	2,0	75,7	4,1	4,5
Avena Hojuela Cruda	333	8,8	13,3	4,0	72,2	10,6	1,7
Avena Hojuela Cocida	54	87,1	1,3	0,5	10,9	0,2	0,2
Maíz Blanco Crudo	343	12,7	5,9	4,0	76,1	3,2	1,3
Maíz Amarillo Crudo	315	17,2	8,4	1,1	69,4	3,8	1,2
Trigo	289	11,6	10,3	1,9	74,7	12,2	1,5

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

Las legumbres son ricas en lisina, esta característica de la proteína de las leguminosas, hace que sean el complemento ideal de las dietas con cereales, en los que el contenido de lisina es bajo. También complementarían la deficiencia de lisina en los cereales, la carne, el pescado, el huevo y la leche.

El contenido mineral de los cereales es bajo, con excepción del contenido de fósforo que es bastante alto, como se observa en la tabla 7.2, pero con el inconveniente que gran parte se encuentra en forma de ácido fítico, que lo hacen inutilizable para la nutrición humana.

Tabla 7.2  
Composición vitamínica mineral de los cereales en 100 g de porción comestible.

CEREAL	Ca mg	P mg	Fe mg	Vita A ?g	Tiamina mg	Riboflavina mg	Niacina mg	Vit C Mg
Arroz pulido crudo	6	92	0,8	-	0,09	0,08	1,60	0,9
Arroz pulido cocido	11	30	0,3	-	0,00	0,00	0,24	0,0
Arroz con cáscara	40	185	-	0	0,16	0,07	3,85	-
Avena Hojuelas Cruda	49	407	4,1	-	0,15	0,09	1,00	0,0
Avena Hojuela Cocida	21	42	0,5	-	0,00	0,01	0,22	0,0
Maíz Blanco Crudo	5	249	3,0	-	0,20	0,16	3,00	2,6
Maíz Amarillo Crudo	6	267	1,7	2	0,30	0,16	3,25	0,7
Trigo	36	224	4,6	0	0,30	0,08	2,85	4,8

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

El ácido fítico de los cereales se combina con numerosos iones como el calcio, el zinc, magnesio y hierro, disminuyendo drásticamente su absorción. Así por ejemplo en cereales sólo 38% - 65% del zinc presente es absorbido, frente al 80% - 95% del contenido del zinc el cual es absorbido a partir de productos animales. Puesto que el ácido fítico se encuentra sobre todo en las capas externas del grano, gran parte se alcanza en la molienda.

Los cereales proporcionan así mismo cantidades de vitaminas del complejo B, tal como la tiamina, niacina, etc. Son deficientes en vitaminas C y en provitaminas A, a excepción del maíz, el único cereal que destaca por su contenido en carotenoides zeaxantina (color anaranjado), luteína (amarillo) tienen propiedad antioxidante.

Como se observa en la tabla 7.1 los cereales son una rica fuente de carbohidratos, es decir su consumo proporciona una excelente fuente de energía. Aunque la proteína no está en un nivel elevado en los cereales, el gran consumo de los mismos representa un aporte del 60% de los requerimientos. Sin embargo, para incrementar el valor biológico de los cereales habría que complementarlo con otro grupo de alimentos que se mencionó anteriormente.

### 7.3. TRIGO

Es la planta más cultivada en toda la tierra y al parecer una de las primeras que el hombre comenzó a cultivar. Del trigo vamos obtener la harina de trigo y de esta el pan alimento de primer orden para toda la humanidad.

#### 7.3.1. CLASIFICACIÓN

1. **Trigo común:** también llamado vulgar o candeal, es el más cultivado y se utiliza para la panificación.
2. **Trigo duro:** proporciona el grano que se utiliza para la fabricación de pastas alimenticias (Macarrones, fideos, etc.); es muy rico en proteínas.
3. **Trigo compacto:** es de calidad relativamente baja y es el que se utiliza para repostería, tiene pocas proteínas.

#### 7.3.2. ESTRUCTURA DEL GRANO DE TRIGO

Vamos a ver la estructura del grano de trigo, otros granos de cereales tienen estructuras semejantes.

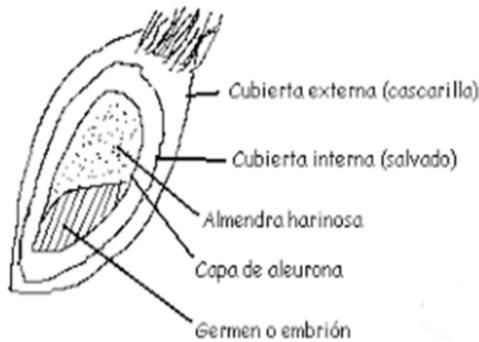


Figura 7.1 Estructura del grano de trigo.

El grano de cereal está conformado por:

### **Corteza o Envoltura**

Representa aproximadamente el 15% del peso del grano, está formado por el pericarpio o cubierta y por los tegumentos. Los tegumentos son dos: El espermodermo o tegumento externo muy delgado formado por células ricas en celulosa y el perispermo o tegumento interno de células planas y alargadas unidas a la aleurona y se caracteriza por su contenido en minerales y ácido fólico.

La corteza en el cereal, presenta de manera general minerales, rica en fibra, vitamina B1 y ácido fólico.

### **Capa de aleurona**

Es una capa muy fina que envuelve a la almendra harinosa, es muy interesante desde el punto de vista nutritivo porque contiene proteínas.

### **Almendra harinosa o Núcleo amiláceo**

Es el alimento de la futura planta si creciera, de ella obtenemos la harina. Está compuesta principalmente por *almidón* y un *complejo de proteínas llamado Gluten (Que contiene la gliadina y la glutelina)*.

### **Germen o Embrión**

Es la parte del grano que daría lugar a la planta si se encuentra en condiciones adecuadas. Es rico en proteínas de mayor calidad biológica que las del núcleo amiláceo o almendra harinosa, grasa, vitamina E, vitamina B o tiamina y elementos minerales. Destaca el elevado nivel de tiamina que representa el 50% del contenido de vitamina B1 seriamente.

### **7.3.3. OBTENCIÓN Y CLASES DE HARINA DE TRIGO**

La molienda del trigo tiene como finalidad básica la obtención de harinas a partir de los granos de trigo, para la fabricación de pan, pastas alimenticias o galletas.

Los pasos que se siguen para obtener la harina son:

- 1. Limpieza preliminar de los granos**, mediante corrientes de aire que separan el polvo, la paja y los granos vacíos.
- 2. Escogido de los granos**, mediante cilindros cribados que separan los granos por su tamaño y forma.
- 3. Despuntado y descascarillado**, en esta fase se eliminan el embrión y las cubiertas del grano, es decir se elimina el salvado.
- 4. Cepillado** de la superficie de los granos, para que queden totalmente limpios.
- 5. Molturación**, finalmente se pasa a la molienda por medio de unos rodillos metálicos de superficie ásperas o lisas que van triturando el grano y obteniendo la harina.
- 6. Refinado**, una vez obtenida la harina pasa a través de una serie de tamices que van separando las diferentes calidades de harina.

Según sea la tasa de extracción se obtienen las diferentes clases de harinas. La tasa de extracción se mide por la cantidad de kilos de

harina que obtenemos a partir de 100 kilos de cereal. Ejemplo: Tasa de extracción de 60 hemos obtenido 60 kilos de harina, moliendo 100 kilos de grano.

Las harinas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Harina flor** con una tasa de extracción de 40.
- **Harina Blanca** con una tasa de extracción de 60 – 70. Esta harina refinada de uso común. Solo se ha molido la almendra harinosa, exenta de germen y de cubiertas.
- **Harina integral con** grado de extracción superior a 85, se aprovecha propiamente todo el grano de color oscuro por los pigmentos de las envolturas, poco tersas por la alta proporción de celulosa, conservan las proteínas, grasas, tiamina y minerales.
- **Sémola**, producto de la molienda de trigo duro se utiliza para la fabricación de alimentos moldeados y desecados denominados – pastas alimenticias –(Ravioles y Spaguettis) tienen mayor contenido en proteínas (Gluten) y la molturación es más grosera.

**La sémola** se obtiene al moler el trigo después de remojarlo y quitarle el pericarpio. Se macera el trigo por 12 horas o más, se lava para quitarle todas las envolturas, se deseca y se tritura.

#### 7.3.4. COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE TRIGO

La harina de ser suave al tacto de color natural sin sabores extraños a rancio, moho, amargo o dulce. Debe presentar una apariencia uniforme sin pintos negros, libre de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales.

Su composición debe ser:

Glúcidos	.....	74% - 76%
Prótidos	.....	9% - 11%
Lípidos	.....	1% - 2%
Agua	.....	1% - 14%
Minerales	.....	1% - 2%

### **Glúcidos: Almidón**

Es el componente principal de la harina. Es un polisacárido de glucosa insoluble en agua fría, pero aumentando la temperatura experimenta un ligero hinchamiento de sus granos.

El almidón está constituido por dos tipos de cadena:

- Amilosa: polímero de cadena lineal.
- Amilopectina: polímero de cadena ramificada.

Junto con el almidón, vamos a encontrar unas enzimas que van a degradar un 10% del almidón hasta azúcares simples, son la alfa y la beta amilasa. Estas enzimas van a degradar el almidón hasta dextrina, maltosa y glucosa que servirá de alimento a las levaduras durante la fermentación como parte de la elaboración del pan.

### **Proteínas: Gluten**

La cantidad de proteínas varía mucho según el tipo de trigo, la época de recolección y la tasa de extracción.

El gluten es un complejo de proteínas insolubles en agua, que le confiere a la harina de trigo la cualidad de ser panificable. Está formado por:

Glutelina, proteína encargada de la fuerza o tenacidad de la masa e impide que salga el CO<sub>2</sub> que se genera durante la fermentación de la harina en elaboración del Pan.

Gliadina, proteína responsable de la elasticidad y suavidad a la masa.

La cantidad de gluten presente en una harina es lo que determina que la harina sea “fuerte” o “floja”.

La harina fuerte es rica en gluten, tiene la capacidad de retener mucha agua, dando masas consistentes y elásticas, panes de buen aspecto, textura y volumen satisfactorios.

La harina floja es pobre en gluten, absorbe poca agua, forma masas flojas y con tendencia a fluir durante la fermentación, dando panes bajos y de textura deficiente. No son aptas para fabricar pan pero si galletas u otros productos de repostería.

### **Lípidos**

Las grasas de la harina proceden de los residuos de las envolturas y de partículas del germen. El contenido de grasas depende por tanto del grado de extracción de la harina. Mientras mayor sea su contenido en grasa más fácilmente se enranciará.

### **Agua**

La humedad de una harina, no puede sobrepasar el 15% es decir que 100 kilos de harina pueden contener, como máximo, 15 litros de agua. Naturalmente la harina puede estar más seca.

### **Minerales: Cenizas**

Casi todos los países han calificado sus harinas según la materia mineral que contienen, determinando el contenido máximo de cenizas para cada tipo. Las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio, potasio, etc., procedentes de la parte externa del grano, que se incorporan a la harina según su tasa de extracción.

La composición de una harina integral:

Almidón	.....	65%
Celulosa (fibra)	.....	10%
Prótidos	.....	11%

Lípidos	.....	2%
Minerales	.....	2%
Agua	.....	12%

Vemos que lo más significativo, es que baja un 10% el porcentaje de almidón y es sustituido por celulosa (fibra vegetal) de las envolturas, también es más rica en proteínas, grasas, elementos minerales y vitaminas.

### **7.3.5. HARINA DE MALTA**

Se obtiene haciendo germinar un cereal (generalmente cebada), cuyo objetivo es el enriquecimiento en encimas que van a convertir el almidón en maltosa. Se remoja la cebada con agua durante tres días a 12 °C y un 50% de humedad, a partir de aquí comienza la germinación que dura unos diez días. Por último, el grano sufre una desecación (tostado) y pasa a molturación para obtener la harina. La malta tiene unas cualidades organolépticas que la hacen ser apreciadas por industrias cerveceras.

### **7.3.6. CONSERVACIÓN DE LA HARINA DE TRIGO**

- Una vez obtenida la harina debemos guardar una serie de normas para su correcta conservación.
- Vigilar la humedad de la zona: este es el mayor peligro, la humedad hace que se altere el gluten y el almidón, que la harina fermenta y se endurezca.
- Tener cuidado con las plagas, larvas, gusanos, cucarachas, etc. Para ello siempre hay que conservar la harina metida en sacos, no muy juntos y sobre tarimas de madera.
- Al aumentar la temperatura, hay que ventilar las harinas, cambiándolas de lugar, el calor favorece el enranciamiento de las grasas, formándose ácidos grasos libres de cadena corta responsable del mal olor y sabor.

### 7.3.7. PAN

Es un alimento básico y su consumo está ampliamente extendido. Es el producto resultante de la fermentación de la harina (generalmente trigo) que mezclada con levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sal y agua, el trabajo de la masa (amasado) y posterior cocción, nos va a dar el pan.

#### **Amasado**

Es el amasado, el gluten, como decíamos insoluble en agua, se hidrata y se hincha, formando una red tridimensional muy compleja, con propiedades elásticas y extensibles que facilitan la retención del CO<sub>2</sub> y otras sustancias volátiles desprendidas durante la fermentación, adquiriendo el pan ese aspecto alveolado.

#### **Troceado, boleado y moldeado**

La masa se corta del tamaño preciso, se transforman en bolas de masa y se moldea según el tipo de piezas.

#### **Fermentación**

Las levaduras, como seres vivos que son, necesitan materia orgánica para alimentarse, actúan sobre azúcares simples convirtiéndolos en etanol y CO<sub>2</sub>, es lo que se llama fermentación alcohólica, tiene dos grandes aplicaciones en el campo de la alimentación. En unos casos se aprovecha el CO<sub>2</sub>, como es en la industria panadera y en otros lo que resulta aprovechable es el alcohol, como ocurre en la industria vinícola.

#### **Cocción**

Durante la cocción esta red de gluten se coagula y el almidón se hincha aumentando su volumen y formando lo que conocemos como “miga”. La composición de la “miga” y de la “corteza” es idéntica a excepción de su contenido en agua, por supuesto menor en la corteza.

La composición del pan, por estar fabricado con harinas de baja extracción, será idéntica a la de la almendra harinosa.

Glúcidos	.....	55%
Prótidos	.....	6%
Lípidos	.....	0,5%
Agua	.....	35%

La principal función del pan es energética (250 Kcal/100g), aunque hay que olvidar su contenido en proteínas vegetales. Esta proteína vegetal es pobre en un aminoácido esencial llamado Lisina. Es recomendable en nuestro país, volver a consumir más cantidad de pan en vez de productos de bollería industrial. El pan integral desde un punto de vista nutritivo es más completo que el pan blanco, aunque de momento en nuestro país no ha sido aceptado por todo el público.

### **7.3.8. PASTAS ALIMENTICIAS**

Las pastas son los productos obtenidos por desecación de una masa no fermentada, elaborada con sémolas o harinas (procedentes de trigo duro, semiduro y blando) y su mezcla con agua.

La harina para elaborar pasta de calidad superior proviene del trigo duro, solo se utiliza el endospermo o almendra harinosa del grano, el cual además es rico en almidón y de manera muy importante en gluten (Proteína) lo que le confiere una mayor capacidad de moldeado.

Existen distintos tipos de pastas alimenticias en función de la materia prima utilizada en la elaboración, o bien por la adición a esta de otros componentes. Así podemos citar, además de las pastas simples, las semiintegrales e integrales y las pastas compuestas, a las que en su elaboración se les añade gluten, soya, huevos, leche, verduras y legumbres. Las pastas rellenas son aquellas tanto simples como compuestas que llevan en su interior carne, grasas animales, pescados, etc.

## 7.4. ARROZ

El arroz es después del trigo el cereal más consumido en nuestro país. Es el alimento básico de las poblaciones orientales.

Su composición es idéntica a otros cereales. No posee gluten, por lo tanto, su harina no es panificable. Su proteína se llama **orizenina**.

El arroz que normalmente consumimos es un arroz descascarillado, libre de las envueltas y del germen, que llamamos arroz blanco o perlado. Si consumimos arroz integral, tendremos un arroz nutritivo, rico en fibra, vitamina B<sub>1</sub> y los nutrientes propios del germen.

### 7.4.1. CLASES DE ARROZ

**Arroz pulido o blanco:** como hemos dicho anteriormente es un arroz descascarillado y sometido a procesos de pulimentación para blanquearlo.

**Arroz vaporizado:** llamado también “sancochado”. Es semejante al arroz blanco, pero ha sido sometido a una precocción que permite que se retengan una parte importante de minerales y vitaminas. Tarda en cocer y absorbe peor los sabores de los ingredientes que lo acompañan.

**Arroz integral:** de color oscuro, no se somete a refinado es decir no ha sufrido procesos de pulimentación y conserva todas las vitaminas, minerales y fibra.

Respecto a las vitaminas y minerales decimos que hay importantes diferencias entre los distintos tipos de arroz, el arroz blanco es pobre en vitaminas y sales minerales, ya que estas se encuentran mayoritariamente en las capas externas del grano que se eliminan en el proceso de refinado, en cambio, el arroz integral es rico en vitaminas B<sub>1</sub>, el arroz vaporizado también tiene vitaminas, pero en menor cantidad. El proceso de cocción puede reducir el contenido de vitaminas y minerales de arroz, si la cocción se hace con mucha agua se

tira, porque gran parte de los nutrientes se disuelven en el agua de cocción y se eliminan.

## 7.5. MAÍZ

Es una planta de tallo erguido, tan igual como la caña de azúcar, originario del continente americano, especialmente en las culturas Mayas en México, Centro América y en el Sur América (Perú).

### 7.5.1. ESTRUCTURA DEL GRANO

El grano del maíz consta de 16% a 19 % de tegumentos (cubiertas externas), 8% a 10% de germen y 70 a 75% de endospermo (núcleo amiláceo o almendra harinosa). El germen es mayor que el del trigo.

### 7.5.2. VALOR NUTRITIVO

#### Carbohidratos

Con 70% a 75% de almidón en el grano, son totalmente digeribles con una pequeña cocción. De ese almidón compuesto por infinidad de moléculas de glucosa se obtiene la maicena, fécula que es la base de innumerables postres, papillas, primera comida de niños en lactancia, sopas instantáneas y en guisos donde con tan solo una porción pequeña de maicena logran la espesura necesaria.

#### Proteínas

Presente en los granos de la mazorca de maíz en un 8% a 8,5%. Su principal proteína es la reina, que constituye la mitad de la proteína total en el grano. *La proteína del maíz es pobre o deficiente en lisina y triptófano.* El bajo nivel de triptófano fue determinante en la aparición de la pelagra en aquellas poblaciones donde el maíz era un alimento fundamental en la dieta, debido a la imposibilidad de sintetizarse endógenamente el ácido nicotínico o niacina a partir del triptófano.

También tiene glutenina y gliadina, pero en concentraciones diferentes a la del trigo, por lo cual al fermentar la harina para obtener pan, el producto no se hincha ni es crocante, tiene en cambio una suavidad propia muy agradable.

### **Grasa**

El germen del maíz, es rico en proteínas y en un aceite rico en triglicéridos, con ácidos grasos polinsaturados, como el Omega6Linolenico, el monoinsaturado oleico y los saturados palmítico y mirístico entre otros. El aceite comestible de maíz es transparente y muy cotizado tanto como el de soya y girasol.

### **Vitaminas**

El germen de maíz al igual que el germen de trigo son una buena fuente de vitamina E.

El maíz amarillo puede proporcionar Pro – Vitamina A pero en pocas cantidades. El maíz presenta un elevado contenido en niacina en comparación con otros cereales sin embargo esta vitamina no se hace disponible biológicamente, razón por la cual se le a relacionado con la aparición de la pelagra en la sierra. De esta manera se sugiere la ingesta de maíz con otros productos como el pescado, carnes y lácteos que tienen un importante contenido en niacina y que lo pueden suplementar muy bien.

### **Minerales**

De los elementos minerales, el mayor es el fosforo, siguen Ca y K, Fe y Zn.

### **Carotenoides**

El maíz especialmente el amarillo es una rica fuente de antioxidantes que pertenecen al grupo de carotenoides como son la zeaxantina (color anaranjado) y la luteína (color amarillo) y que tienen propiedades ya descritas en la prevención de cataratas.

### 7.5.3. USOS

Los granos secos enteros pueden ser tostados o en guisos. Como granos molidos para tamales y humitas. Para obtener la maicena o fécula, fabricación de miel de glucosa.

En el Perú se obtiene la chicha Kjora, germinando, secando y moliendo el grano que luego se macera en caliente y se tamiza obteniéndose el mosto de Kjora, mosto que es fermentado por acción de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, obteniéndose una riquísima bebida con 2% a 4% de grado alcohólico más una acidez de 3 a 3,5. Las barbas de choclo que son los etilos de las flores del maíz se utilizan en infusiones a las que se le atribuyen propiedades desinflamantes.

## 7.6. ASPECTOS SANITARIOS DE LOS CEREALES INTEGRALES

### Diabetes

La mejoría de la sensibilidad a la insulina que se observa en los pacientes que consumen dietas con alto contenido de cereales integrales.

En un estudio de pacientes adultos hiperinsulinémicos con diabetes mellitus tipo 2 y sobrepeso, a quienes se les administró una dieta con cereales integrales por seis semanas, se observó que los niveles sanguíneos de insulina en ayunas disminuyeron 10%.

Desde 2002 la American Diabetes Association (ADA) está recomendando de manera oficial el consumo de cereales integrales para el control de la diabetes.

### Los cereales integrales como prebióticos

Los cereales integrales ejercían un evidente efecto prebiótico, ya que aumentaban los recuentos de lactobacilos y de bifidobacterias y, en correspondencia con esto, disminuía el número de bacterias con potencial patogénico.

## Cáncer

Se han ofrecido varias teorías para explicar los efectos protectores de los cereales integrales. Debido a la compleja naturaleza de los cereales integrales, hay varios mecanismos potenciales que podrían ser responsables por sus propiedades protectoras. El incremento de la masa fecal y la disminución en el tiempo de tránsito, les dan menos oportunidad a los mutágenos fecales para interactuar con el epitelio intestinal. Secundariamente se piensa que los ácidos biliares son promotores de la proliferación celular, de esta manera permite incrementar la oportunidad para la ocurrencia de mutaciones y multiplicidad de células anormales. El efecto de la fibra en las acciones de los ácidos biliares puede ser atribuido a la unión o dilución de los ácidos biliares.

Los cereales integrales también contienen varios antinutrientes, como los inhibidores de proteasa, ácido fítico, compuestos fenólicos y saponinas, los cuales hasta hace poco se pensaba que sólo tenían una consecuencia nutricia negativa. Algunos de estos compuestos antinutrientes pueden actuar como inhibidores de cáncer al prevenir la formación de carcinógenos y al bloquear la interacción de los carcinógenos con las células.

## Cereales y enfermedad celiaca

La enfermedad celíaca (EC), celiarquía o enteropatía por sensibilidad al gluten se caracteriza por el daño que padece la mucosa del intestino delgado proximal, pérdida de vellosidades como consecuencia a la intolerancia al gluten. La EC oscila entre 1/500 y 1/3000 nacidos. El factor tóxico del gluten reside en las gliadinas cuyas subfracciones  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\omega$  tienen toxicidad confirmada en vivo e in vitro, aunque es más tóxica la  $\alpha$  gliadina.

El gluten, presente en el trigo, es utilizado como genérico para referirse a las proteínas desencadenantes de la enfermedad. Sin

embargo, otras proteínas, como las hordeínas y las secalinas presentes en la cebada y el centeno, respectivamente, también son ricas en glutamina y prolina, lo cual determina una difícil digestión en el tracto digestivo superior, debido a la ausencia de enzimas con actividad prolil-endopeptidasa.

La digestión incompleta de estas proteínas, conduce a la acumulación de péptidos grandes, de hasta 50 aminoácidos, en el intestino delgado. Entre éstos, destaca la gliadina, integrante de la fracción alcohol soluble del gluten y sus isoformas ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\omega$ ).

Se ha propuesto que la patogénesis se basa en una anormal reacción inmunológica provocada por la gliadina y mediada por linfocitos T específicos para la gliadina localizados en la mucosa intestinal. La presencia de anticuerpos a nivel sistémico es otro argumento de la teoría inmune. La EC es considerada una enfermedad genética.

En síntesis, la EC es una intolerancia permanente al gluten, que está presente en algunos cereales como el trigo, cebada, centeno y probablemente avena. La consecuencia de esta incapacidad para hidrolizar los péptidos del gluten hace que los celíacos sufran reacciones inflamatorias en la mucosa del intestino delgado y que tengan dificultades para absorber los macro y micronutrientes.

A continuación, en la presente tabla 7.3 se describen los alimentos con gluten a considerar en una dieta especial para personas con la EC y aquellos alimentos sin gluten que pueden consumir.

Tabla 7.3  
Alimentos con y sin gluten

ALIMENTOS SIN GLUTEN	ALIMENTOS CON GLUTEN	ALIMENTOS QUE PUEDEN CONTENER GLUTEN
Leche y derivados: quesos, requesón, nata, yogures naturales y cuajada.	Pan y harinas de trigo, cebada, centeno, avena o triticale.	Embutidos: chorizo, morcilla, etc.

Tabla 7.3 (Cont.)

ALIMENTOS SIN GLUTEN	ALIMENTOS CON GLUTEN	ALIMENTOS QUE PUEDEN CONTENER GLUTEN
Todo tipo de carnes y vísceras frescas, congeladas y en conserva al natural, cecina, jamón serrano y jamón cocido calidad extra.	Productos manufacturados en los que entre en su composición figure cualquiera de las harinas ya citadas y en cualquiera de sus formas: almidones, almidones modificados, féculas, harinas y proteínas.	Productos de charcutería.
Pescados frescos y congelados sin rebozar, mariscos frescos y pescados y mariscos en conserva al natural o en aceite.	Bollos, pasteles, tartas y demás productos de pastelería.	Yogures de sabores y con trocillos de fruta.
Huevos.	Galletas, bizcochos y productos de pastelería.	Quesos fundidos, en proporciones, de untar y de sabores.
Verduras, hortalizas y tubérculos.	Pastas italianas (fideos, macarrones, tallarines, etc) y sémola de trigo.	Pates diversos.
Frutas.	Bebidas malteadas.	Conservas de carnes.
Arroz, maíz y tapioca así como sus derivados.	Bebidas destiladas o fermentadas a partir de cereales: cerveza, whisky, agua de cebada, algunos licores, etc.	Conservas de pescado con distintas salsas.
Todo tipo de legumbres.		Caramelos y gominolas.
Azúcar y miel.		Sucedáneos de café y otras bebidas de máquina.
Aceites y mantequillas.		Frutos secos fritos y tostados con sal.
Café en grano o molido. Infusiones y refrescos.		Helados.
Toda clase de vinos, bebidas espumosas.		Sucedáneos de chocolate.
Frutos secos naturales.		Colorante alimentario.
Sal, vinagre de vino, especias en rama y grano y todas las naturales.		

Fuente: Mataix J. Nutrición y Alimentación Humana. Barcelona: Oceano/Ergon. 2005.

## 7.7. GRANOS ANDINOS

Dentro de este grupo pertenecen productos como la quinua y Kiwicha se caracterizan por que estos granos presentan un mayor porcentaje de proteínas en comparación con los cereales anteriormente estudiados. También es indispensable su alto contenido su alto contenido en carbohidratos aproximadamente entre el 65% - 75% lo que constituye una fuente energética para el poblador andino.

La proteína de los granos andinos son deficientes en los aminoácidos leucina y valina, por consiguiente, es importante suplementarlo con otros productos en especial los lácteos. Sin embargo, a diferencia de los cereales que se mencionaron anteriormente los granos andinos tienen importante contenido en lisina, así como también en los aminoácidos azufrados Metionina y cistina. A continuación, en la tabla 7.4 se puede observar la composición proximal de los principales granos andinos que se consumen en el Perú.

Tabla 7.4

Composición proximal en granos andinos por 100g de porción comestible.

Grano Andino	V.E Kcal	Humedad g	Proteína g	Grasa g	Carbohidrato g	Fibra g	Ceniza g
Quinua Cruda	374	11,5	13,6	5,8	66,3	1,9	2,5
Afrecho de quinua	347	14,1	13,6	4,5	65,9	8,4	4,8
Quinua cocida	101	79,0	2,8	1,3	16,3	0,7	0,6
Quinua Rosada	368	10,2	12,5	6,4	67,6	3,1	3,3
Quinua blanca	376	10,1	11,5	8,2	66,7	5,1	3,5
Kiwicha cruda	377	12,0	13,5	7,1	64,5	2,5	2,4
Kiwicha tostada	428	0,7	14,5	7,8	74,3	3,0	2,7
Hojuelas de Kañiwa	379	8,1	17,6	8,3	61,7	11,0	4,3

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

De los granos que se consumen en el ande peruano la Kañiwa es la que aporta un mayor contenido en proteínas aproximadamente un 18% seguido de kiwicha y finalmente la quinua.

Presenta un importante contenido en fibra 3% a 7%, así como un contenido en vitaminas del complejo B destacando de manera importante la niacina. En cuanto a minerales su contenido en calcio, fosforo y hierro son los más importantes.

### **7.7.1. Quinua**

También es conocido achita, quinua o trigo inca. Es una planta nativa de los andes y las mayores áreas de cultivo están en el Perú y Bolivia.

La superficie rugosa y seca del grano, es decir el pericarpio o capa externa se desprende fácilmente con agua caliente o al ser hervida con la finalidad de eliminar las saponinas que contienen y que proporcionan sabor amargo. Se han identificado hasta 16 tipos de saponinas distintas en nuestra quinua, algunas con propiedades detergentes muy fuertes, forman espuma estable en soluciones acuosas y presentan actividad hemolítica, sabor amargo con carácter tóxico para animales de sangre fría.

Se transforma la quinua en hojuelas y harina, su almidón es bueno para la panificación. Los granos de segunda clase y los subproductos de la cosecha se destinan para consumo de aves cerdos y rumiantes.

### **7.7.2. Kañiwa**

Originaria de los andes del Perú y Bolivia, cultivada y domesticada por los agricultores de la cultura Tiahuanaco, meseta del Collao, 3500 a 4200 m sobre el nivel del mar, soportando bien los climas rigurosos con heladas y bajas temperaturas.

Se consume como grano tostado y molido o harina de Kañiwa, con el que se preparan panes secos, mazamorras, tortas, refrescos, bebidas calientes, entre otros.

El grano de kañiwa a diferencia de la quinua no contiene saponinas y por tanto no es amargo. Sus hojas verdes se consumen en guisos, el grano y la harina se consumen con leche. También la harina se puede utilizar en la panificación.

El grano de kañiwa presenta elevado contenido de proteínas aproximadamente 18%, sin embargo tiene como aminoácidos limitantes a la valina y leucina.

En la industria panificadora se ha probado con buen resultado agregar un 20% de harina de kañiwa a la harina de trigo, lo que otorga a los panes y galletas color sabor característico y agradable.

### **7.7.3. Kiwicha**

Planta anual de 1 a 2,5 m de altura, de grandes inflorescencias, generalmente coloridas. El valor nutritivo del grano es elevado y alcanza un 15% de proteínas con aminoácidos en buena proporción especialmente los azufrados Metionina y cistina. La kiwicha se consume preferentemente en forma de grano reventado o moliendo el grano reventado, lo que permite obtener una harina muy agradable. También se utiliza grano entero, hojas e inflorescencias tiernas.

Su harina sirve en panificación hasta en un 20% mezclada con harina de trigo y polvo de chocolate. Se usa en jarabes y dulces para darles consistencia y un valor nutritivo que cada día se reconoce más. El poblador de la sierra emplea el grano molido para controlar la disentería amebiana.

## Capítulo VIII

# HORTALIZAS



## DEFINICIÓN

Según el diccionario de la Real Academia Española, hortalizas son las verduras y demás plantas comestibles que se cultivan en el huerto, por tanto, también se puede considerar dentro de este grupo a las frutas y hortalizas de tierra, así como también a aquellas aromáticas y especias.

## CLASIFICACIÓN

### HORTALIZAS

#### VERDURAS

**HOJAS:** Apio, Col, Repollo, Lechuga, Espinaca, Acelga

**BROTOS DE FLORES:** Coliflor, Brócoli, Alcachofas.

**RETOÑOS, TALLOS TIERNOS:** Espárragos, Tallo de Coliflor, Tallo de Brócoli.

#### FRUTOS VERDURAS:

#### FRUTAS:

Fresa, Melón, Sandía, Uva, Mango, Maracuyá, Naranja, Limón. Camu-Camu, Cocona, etc.

#### HORTALIZAS DE TIERRA:

**RAÍCES:** Camote, Zanahoria, Rábano, Nabo, Yuca.

**TUBÉRCULOS:** Papa, Betarraga, Olluco, Oca.

**BULBOS:** Cebolla, Cebollita China, Ajo, etc

## 8.1. VERDURAS

Las hortalizas comprenden a todas las plantas herbáceas, que se cultivan en huerta y que se destinan a la alimentación ya sean crudas o cocidas.

*Las verduras* forman un grupo de alimentos, dentro de las hortalizas, que poseen un aroma y color característicos en los que normalmente la parte comestible está formada por sus órganos verdes.

La parte del vegetal utilizada también varía: las acelgas, espinacas y lechuga son hojas. Así tenemos, por ejemplo: el apio es un tallo y la coliflor y alcachofa son flores. La remolacha y zanahorias son raíces. El tomate, la berenjena y el calabacín son frutos. El ajo, la cebolla y el puerro son bulbos.

Las verduras son una muy buena fuente de agua, de vitaminas y sales minerales, de muchas estructuras químicas no necesariamente nutrientes, que, aunque presentes en pequeñísimas cantidades otorgan características muy propias a las preparaciones culinarias y especialmente de fibra, importante para ayudar a la eliminación de desechos del organismo. Debido a su importante contenido en vitaminas, sales minerales poseen función reguladora y por la fibra que contiene función protectora.

### 8.1.1. COMPOSICIÓN

Las frutas se caracterizan por la siguiente composición nutricional:

Agua	85 - 95%
Carbohidratos	2 - 10%
Fibra	0,5 - 2,5%
Proteínas	0,7 - 4,5%
Lípidos	0,1 - 1,0%

Vitaminas: beta-caroteno (pro-vitamina A), vit. C, vitaminas del grupo B.

Sales minerales: Mg, K, Fe. Ca, I.

Valor calórico: 20-50 Kcal/100g dependiendo de su contenido en glúcidos. La mayoría no supera las 40 Kcal.

**Carbohidratos:** Su contenido en azúcares varía, hacemos por lo tanto una clasificación según el contenido en glúcidos.

Menos del 5% acelgas, espinacas, lechuga, espárragos, tomates, coliflor, apio, alcachofa, etc.

Entre el 5-10%: zanahorias, cebollas, remolacha, poro, huacatay, berenjena, ajíes, etc.

Más del 10%: zapallo loche y ajos.

**Fibra:** En este caso es la fibra vegetal representado en las verduras por la celulosa *hemicelulosa y lignina*. La fibra es un conjunto de compuestos estructurales que constituyen el material que forman la pared celular de las células vegetales, así pues la celulosa, hemicelulosa y lignina son componentes de la pared celular.

La fibra son resistentes a la digestión en el intestino delgado del hombre por lo cual no son metabolizadas ni absorbidas.

A nivel intestinal la fibra absorbe o capta agua, favoreciendo de esta manera con el incremento del volumen de las heces, y por tanto estimulando el peristaltismo facilitando el tránsito de las heces a través del intestino.

La fibra se ha convertido en baluarte para dietas hipocalóricas preferidas para casos de colesterolemia, obesidad, diabetes, enfermedades coronarias, estreñimiento, hemorroides, diverticulosis y cáncer.

**Vitamina C:** La concentración de la vitamina C puede variar entre 25-50 mg/100g del vegetal. Esta vitamina se oxida fácilmente,

llegando a reducir su concentración a un 50%. Esta vitamina igual que la anterior es un poderoso antioxidante, que ayuda a reducir el riesgo de enfermedades degenerativas y al mismo tiempo intensifica el sistema inmunológico. También la vitamina C es necesaria para mantener encías, dientes y huesos sanos.

**Vitaminas grupo B:** Ácido fólico (vitamina B9) muy presente en las hojas de los vegetales, de ahí su nombre. Su carencia produce trastornos digestivos y anemia. También contienen Tiamina (vitamina B1) y Riboflavina (vitamina B2).

**Minerales:** La mayoría de los vegetales contienen **mucho K (potasio)** y **poco Na (sodio)**. Normalmente no hay carencia de este mineral pues los alimentos los contienen en cantidad suficiente. El problema surge cuando se recomienda una dieta pobre en potasio.

Algunas verduras son ricas en hierro (acelgas, espinacas, tomate), pero sabemos que el hierro presente en vegetales, se absorbe peor que el contenido en alimentos de origen animal.

También son ricas en calcio entre 50-150 mg/100g. (Acelgas, espinacas, lechuga).

**Pigmentos Carotenoides:** Estos pigmentos se encuentran en la bajísima porción grasa de las verduras debido a naturaleza liposoluble.

El beta caroteno se encuentra en muchas hortalizas y verduras como la zanahoria, pimiento, tomate; proporcionando colores anaranjados característicos, pero también en vegetales verdes en donde queda enmascarado por la clorofila, son más ricas en las partes más coloreadas del vegetal, por ejemplo, en la lechuga sería más nutritiva las hojas verdes.

El beta-caroteno en nuestro organismo a nivel del sistema metabólico del hígado se convierte en vitamina A. El beta-caroteno no se

acumula en el organismo a diferencia de la vitamina A, que se puede acumular y ser perjudicial. Un carotenoide que está llamando cada día más la atención es el licopeno, abundante de modo especial en el tomate y le proporciona el color rojo. Otros pigmentos que se encuentran en las verduras podemos mencionar a la luteína pigmento amarillo.

Los beta-carotenos, la luteína y el licopeno tienen propiedades antioxidantes, que como ya sabemos impiden la formación de radicales libres, de esta forma nos protegen contra el envejecimiento, enfermedades coronarias y contra algunos tipos de cáncer.

### **Pigmentos Flavonoides**

Podemos destacar presencia de estos pigmentos en las cebollas, así por ejemplo los leucoantocianos compuestos que en medio ácido toman un color rosado violáceo, característico en esta hortaliza.

### **Ácidos orgánicos**

Estos vegetales contienen una pequeña cantidad de ácidos orgánicos, predominantemente el ácido cítrico y el málico. La mayoría de estos ácidos están en forma de sales, lo que hace que su pH esté entre 5,5 a 7,0; inferior al de las frutas, lo que determina una más difícil conservación. En este sentido cuando el pH es superior a 4,5 se requiere una esterilización enérgica, puesto que existe el riesgo de desarrollo de bacterias de alta resistencia al calor como ocurre con *Clostridium botulinum*.

Además de los ácidos citados en algunos casos destaca el ácido oxálico como ocurre en las hojas de la espinaca donde se encuentran en la forma de oxalatos en cantidad que se pueden alcanzar un 10% de sustancia seca. El ácido oxálico además de determinar una corrosión interna en envases de hojalata, a nivel del organismo puede contribuir al riesgo de producción de cálculos renales de oxalato.

### **Compuestos fenólicos**

Algunas verduras pardean al cortarlas, lo que se debe a la presencia de compuestos fenólicos que por oxidación llevado a cabo por las enzimas fenoloxidasas que se encuentran en esas hortalizas generan sustancias melanoideas de color pardo oscuro. Un ejemplo muy observable en este caso es en la alcachofa una vez que es cortada.

### **Valor calórico**

El valor calórico en las verduras puede variar, según su contenido en carbohidratos. Normalmente tienen un valor calórico muy bajo, pero puede oscilar desde 20 Kcal/100g de los espárragos hasta 50 Kcal/100g del perejil.

### **Recomendaciones**

Se aconseja tomar dos raciones de este grupo, a ser posible una de ellas cruda, para que no haya pérdidas de vitaminas ni de minerales y asegurar la ingesta de fibra.

### **Consejos para preparar las verduras**

La cocción modifica el aspecto externo, color y sabor, de las verduras, estos cambios en general mejoran la digestibilidad de estos alimentos.

Pero en cambio si afectan a la pérdida de minerales y vitaminas que pasan al líquido de cocción.

Las pérdidas se producen por oxidación, altas temperaturas y largo tiempo de cocción y también por disolución. Podemos intentar evitar estas pérdidas:

1. La cantidad de agua de cocción y el tiempo serán los mínimos. Es preferible cocción al vapor.
2. El líquido de cocción se utilizará para hacer sopas o purés, aprovechamos de esta forma todas las sustancias solubles.

3. Siempre que la preparación lo permita, se añadirá, zumo de limón ya que el medio ácido preserva a las vitaminas de las oxidaciones.
4. Se lavarán las verduras antes de cortarlas.

### **8.1.2 CONSERVACIÓN Y CONSUMO**

La conservación de las hortalizas y verduras frescas es tan importante como su compra. Una conservación correcta tanto en las condiciones como en el tiempo influye en su calidad y en su valor nutritivo.

Las verduras deben conservarse en frigoríficos con alta humedad y aireación. Hay verduras que no se deben conservar más de tres días (espinacas, lechugas) y otras que se conservan más tiempo (zanahorias, remolachas, apios). Algunas hortalizas como la cebolla y los ajos no se deben guardar en frigoríficos sino en lugar seco y aireado. Es conveniente limpiar bien las verduras antes de consumirlas, a veces hay que rascarlas, pelarlas, quitarles las hojas externas. Para las que se comen crudas es una buena práctica que no afecta a su calidad, sumergirlas durante 5 minutos en agua con unas gotas de lejía en un litro de agua y después enjuagarlas con agua corriente potable.

Se puede conseguir una conservación prolongada de las verduras por medio de la congelación, las que se consumen frescas no deben congelarse porque pierden su textura. Las hortalizas que se vayan a congelar deben ser bien frescas y de buena calidad, tienen que lavarse bien y tienen que escaldarse. El escaldado consiste en: poner agua a hervir, cuando este hirviendo introducir la verdura se revuelve y se espera a que vuelva a hervir, se mantiene de 1 a 5 minutos. A continuación, se refrescan, se escurren, se envasan y se congelan. Las hortalizas congeladas se pueden conservar de esta forma 12 meses.

### 8.1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS VERDURAS

A continuación, se describen las principales verduras en función del contenido de carbohidratos, así como también de determinadas propiedades funcionales en el organismo humano en la prevención de enfermedades.

#### VERDURAS HASTA 5% EN CARBOHIDRATOS DIGERIBLES

##### **Alcachofa**

Su sabor tan único se puede deber a que cada 100g de corazón o fondo posee 170mg de ácido málico y 100mg de ácido cítrico. La variedad común de alcachofa es rica en carotenoides Pro – Vitamina A, Vitamina C.

Sus tubérculos o tallos poseen una reserva de carbohidratos que no se compone de almidón, sino de inulina, un polímero de fructosas y que tiene propiedad de prebiótico al llegar al intestino y colon donde es degradado únicamente por la flora bacteriana, lo cual estimula su crecimiento, importante en la protección frente al desarrollo de bacterias patógenas. Los tubérculos de la alcachofa son consumidos por el ligero sabor dulce debidos a que la inulina es hidrolizada por la enzima inulinasa propia de la planta madura.

Presenta esteroides como el  $\beta$ -sitosterol y estigmasterol, el cual tiene la propiedad de competir con el colesterol bloqueando su absorción a nivel intestinal, así como también de manera indirecta la reducción del LDL plasmático, lo que suma de manera importante su acción hipolipemiente.

La alcachofa contiene algunos compuestos fenólicos entre los cuales se encuentra la cinarina de propiedad antioxidante. Es un principio activo que estimula la producción de bilis (efecto colerético) y facilitando la expulsión de la bilis acumulada en la vesícula biliar (acción colagoga). Así mismo se le confiere actividad hepato-

protectora por sus compuestos fenólicos como flavonoides y ácidos fenólicos que contiene.

### **Apio**

Es una fuente de Vitamina C. Dos tallos suministran aproximadamente un 15% de la ingesta recomendada de Vitamina A y aproximadamente un 15% de Vitamina C. El apio también es una fuente de potasio.

### **Espárragos**

Entre las propiedades funcionales de este alimento, es considerado ser un preventivo frente al cáncer, por su contenido en glutatión, un poderoso antioxidante frente al ataque de los peróxidos, además de ser utilizado en el hígado como detoxificante.

Excelente fuente de flavonoides, antioxidantes destacados en evitar la oxidación de las LDL.

Otros antioxidantes además del glutatión contienen carotenoides pro vitamina A y vitamina E.

Una porción de 100g proporciona el equivalente aproximadamente de un 10% de la ingesta recomendada de Vitamina A y un 15% de Vitamina C.

Las mujeres embarazadas pueden beneficiarse del espárrago, debido a su alto contenido en folato. El ácido fólico juega un rol importante en los periodos de división y crecimiento celular rápido tanto en la infancia como en el embarazo.

### **Lechuga**

Su uso mayor para ensaladas y al igual que otras hortalizas, aporta carotenoides a la dieta, especialmente betacarotenos que son compuestos pro vitamina A.

La luteína un carotenoide antioxidante no provitamina A, está en gran medida presente en la lechuga y en mejores cantidades con respecto a los carotenoides pro-vitamina A.

La Luteína es el principal carotenoide en la lechuga. Una lechuga cuyo color es verde oscuro contiene 20 veces más luteína y folato que un color verde pálido.

### **Acelga**

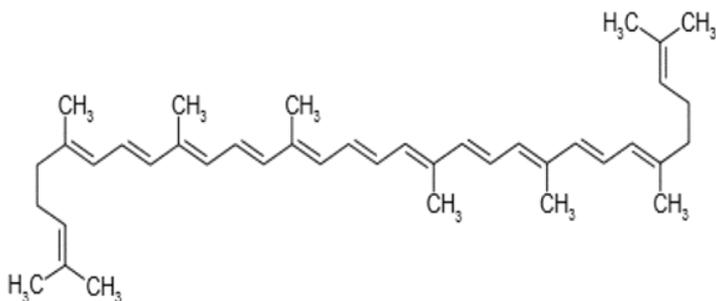
Como otras hortalizas de hoja de acelga proporciona poca energía, algunos carotenoides, Vitamina C y ácido fólico.

### **Tomate**

El consumo del tomate resulta muy apropiado dado su contenido en Vitamina C, carotenoides y flavonoides. También son importantes en ácido fólico.

El color rojo profundo característico de los tomates sirve como parámetro de la calidad total de la fruta. Los tomates y sus productos derivados son las mayores fuentes de licopeno y son considerados importantes contribuidores de carotenoides en la dieta humana.

Otras fuentes de licopeno son la sandía, la guayaba rosa, la papaya y la toronja, entre otras, como se muestra en la tabla 8.1.



*Figura 8.1 Estructura del licopeno.*

Tabla 8.1  
Fuentes alimentarias de Licopeno

FUENTE	CONTENIDO LICOPENO (mg 100 base húmeda)
Tomate, fresco	0.72 – 20
Tomate, jugo	5.00 - 11.60
Tomate, salsa	6.2
Tomate, pasta	365
Tomate, sopa	7.99
Salsa catsup	9.90 - 13.44
Salsa para pizza	12.71
Sandia	2.3 - 7.2
Guayaba rosa	5.23 - 5.50
Toronja	0.35 - 3.36
Papaya	0.11 - 5.3
Zanahoria	0.65 - 0.78
Calabaza	0.38 - 0.46

La ingesta de licopeno ha mostrado un incremento en los niveles y tejidos circulatorios. Al actuar como un antioxidante, puede atrapar especies reactivas de oxígeno (EROS) y reducir el estrés oxidativo y el peligro de oxidación de los componentes celulares, incluyendo lípidos, proteínas y ADN. Mientras el daño oxidativo de lípidos, proteínas y ADN está implicado en el desarrollo de las enfermedades crónicas, tales como las cardiovasculares y el cáncer el licopeno actúa como potente antioxidante que puede reducir el riesgo de padecer estos padecimientos.

El licopeno es transportado por las lipoproteínas dentro del plasma para la distribución a diferentes órganos. Debido a su naturaleza lipofílica, también se encuentra en las fracciones de las lipo-

proteínas LDL y VLDL y no en las HDL en el suero. Esto permite la protección de la oxidación de las lipoproteínas y por tanto en la reducción del riesgo cardiovascular.

También contiene alto contenido de glutamato libre, es decir tiene su propio sazonador. En sus 0,8 a 1% de proteína, presenta aminoácidos triptófano y lisina; ambos esenciales.

### **Coliflor**

La coliflor es rica en Vitamina C y es una buena fuente de folato. Una ración de 125g proporciona un 100% de la ingesta diaria recomendada de vitamina C y al menos un 10 % en ácido fólico.

### **Brócoli**

Es rico en Vitamina C, beta caroteno y fibra. También el brócoli es fuente de potasio, mineral que mantiene una función importante en el control de la presión sanguínea.

Las crucíferas son una excelente fuente de compuestos fitoquímicos, entre los que cabe destacar a los glucosinolatos (Tabla 8.2), antioxidantes naturales, los cuales son degradados por la enzima mirosinasa para obtener isotiocianatos, responsables de su olor característico durante la preparación al momento de cortarlos. Los glucosinolatos son compuestos nitrógeno-azufrados que comparten una estructura básica común de  $\beta$ -D- tioglucósido, una oxima sulfonada y una cadena lateral variable.

El sulforafano (producto de la hidrólisis de la glucorafanina por la enzima mirosinasa) está presente en cantidades significativas en las diferentes variedades de brócoli. Numerosos estudios han demostrado el efecto del sulforafano en diferentes etapas de los procesos del cáncer. La principal función biológica del sulforafano en particular, y los isotiocianatos e índoles en general, es inducir la actividad de enzimas detoxificadoras de fase 2 (p.ej .,Glutation S-

transferasas (GST), NAD[P]H: quinonaoxidoreductasas (NQO1) y (UDP glucuronosiltransferasas, entre otras) y/o inhibir enzimas de fase 1 (familias de CitocromosP450).

Así mismo se le indican al sulforafano y otros isotiocianatos que sus efectos anticancerígenos se debe principalmente por su propiedad funcional de inhibición del ciclo celular y apoptosis. A continuación en la tabla 8.2 se presenta los glucosinolatos y sus productos de hidrolisis, los isotiocianatos presentes en el brócoli.

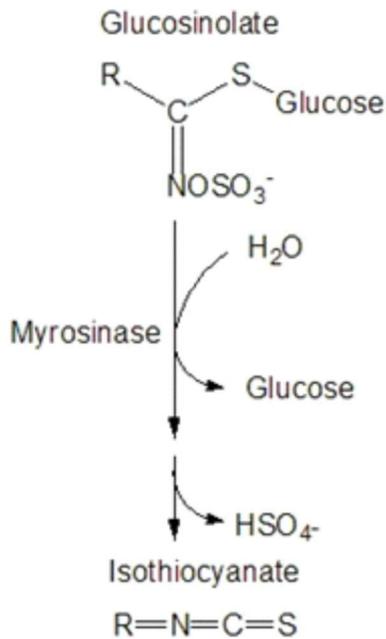


Figura 8.2 Formación de isotiocianatos a partir de glucosinolatos por acción de mirosinasa.

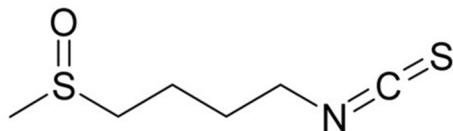


Figura 8.3 Estructura del sulforafano.

Tabla 8.2  
Compuestos bioactivos en brotes de brócoli (mg/g P.S.).

<b>Glucosinolatos</b>		
Gluciberina	6,08	± 0,38
Glucorafanina	15,69	± 0,09
4-Hidroxi glucobrasicina	1,65	± 0,20
Glucoerucina	3,59	± 0,08
Glucobrasicina	3,02	± 0,29
4-Metoxi glucobrasicina	1,40	± 0,10
Neoglucobrasicina	8,81	± 0,20
	GLS Alifáticos	25,36 ± 0,50
	GLS Indólicos	14,88 ± 0,64
	<b>Total</b>	<b>40,25 ± 0,79</b>
<b>Isotiocianatos</b>		
Sulforafano	0,951	± 0,001
Iberina	0,026	± 0,001
Indole-3-carbinol	0,013	± 0,003
	<b>Total</b>	<b>0,990 ± 0,005</b>

Media (n = 3) ± DS. P.S. (peso seco)

Fuente: Baenas N, Moreno D, García C. Estudio de la bioactividad in vitro e in vivo de brotes de brócoli ricos en glucosinolatos/isotiocianatos. Nereis. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación. 2018; 10(1):69-78.

## Col Blanca o Repollo

Planta herbácea cuyas hojas forman una cabeza compacta.

Normalmente cuando se hierve desprende un olor desagradable por la liberación de Disulfuro de metilo, Trisulfuro de metilo y del 2-propenil isotiocianato, las tres sustancias aromáticas ricas en azufre que confieren el olor característico durante la cocción. Por el hecho de que también se obtienen isotiocianatos durante su prepa-

ración también tienen propiedades preventivas frente al cáncer y estimulante de las enzimas detoxificadoras como el brócoli y otras crucíferas.

Las coles son buenas fuentes de Vitamina C, Pro vitamina A, ácido fólico y fibra.

### **Berenjena**

El componente más importante que se puede hallar en las berenjenas es la fibra de 1 a 2%, la mitad de la cual es soluble para fines fisiológicos. La otra mitad es celulosa necesaria para mantener el funcionamiento intestinal.

También son fuentes de carotenoides y de potasio.

Unos 100g de berenjena contiene 170 mg de ácidomálico que colabora al sabor tan especial de este fruto.

### **Pimiento**

La mayor parte de las variedades de pimientos pasan del verde al rojo, volviéndose más dulces y aumentando su contenido vitamínico al madurar.

El contenido encapsaicina es el responsable de su sabor especial.

Posee una excelente fuente de vitamina C. cien gramos de pimiento pueden aportar un 100% de la ingesta diaria recomendada de 60mg/día.

El pimiento rojo tiene una modesta concentración de carotenoides provitamina A, beta caroteno, zeaxantina y betacriptoxantina.

### **Remolacha**

Las remolachas son particularmente ricas en folato. Se ha encontrado que el ácido folato y ácido fólico previenen defectos de nacimiento del tubo neural (nervioso) y ayudan contra enfermeda-

des cardíacas y anemia. Las remolachas también tienen alto contenido de fibra, soluble e insoluble. La fibra insoluble ayuda a mantener su tracto intestinal trabajando bien, mientras que la fibra soluble mantiene sus niveles de azúcar en la sangre y colesterol controlados.

A partir de la remolacha se extrae el pigmento natural, betalaína, presente en esta raíz que le confiere su color rojo característico y que se emplea en la industria agroalimentaria para la obtención de un colorante denominado rojo de remolacha. Este colorante es utilizado para dar color a algunos productos como sopas, licores, helados, etc. Esta sustancia hace que, en algunas personas, la orina y las heces adquieran un color rojizo después de haber comido remolacha.

### **Zanahoria**

El betacaroteno un carotenoide liposoluble es el causante de su color característico.

La vitamina A es esencial para la vista, crecimiento, mantenimiento de los tejidos corporales, reproducción y desarrollo hormonal.

### **Cebolla y Ajo**

El fuerte olor característico de las cebollas no aparece hasta que son cortados, momento en el que las enzimas endógenas que actúan sobre la aliina que permite la formación de un compuesto lacrimatorio llamado sulfóxido de tiopropanal. Asimismo, la aliina es transformada también en alicina, el cual se descompone de forma espontánea, dando lugar a numerosos compuestos que contienen sulfuros, algunos de los cuales se les ha relacionado con actividad preventiva frente al cáncer, en especial a nivel del tracto gastrointestinal, propiedades que también son extensivas en otras especies del género *Allium* como es el caso del ajo.

En el caso de los dientes de ajo cuando son cortados la enzima alinasa actúa sobre la aliina (sulfóxido de alilcisteína), compuesto

que brinda el olor característico del ajo fresco. Esta alicina se descompone espontáneamente en compuestos orgánicos sulfurados como el ajoeno, dialilsulfuro, disulfuro de dialilo entre otros de actividad antitumoral (Figura 8.1).

Así mismo el ajo puede presentar beneficios como antiaterogénico, antitrombótico, antimicrobiano, antihipertensivo, antifibrinolítico, preventivo del cáncer, posiblemente por alguno de los compuestos organosulfurados que se obtienen a partir de la alicina, existiendo una amplia evidencia desde el punto de vista clínico, como farmacológico y químico.

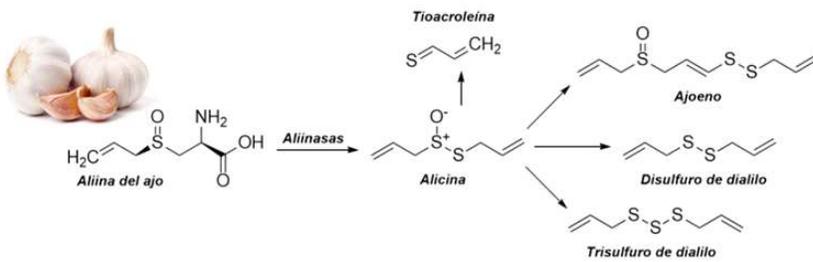


Figura 8.4 Compuestos organosulfurados generados por la alininasas y reacciones espontáneas.

## 8.2. FRUTAS

En general la fruta seca se denomina a aquella que se consume de forma directa, sin preparación e inmediatamente después de recogida.

La función de las frutas en nuestro organismo es muy parecida a la de las verduras, actúan como alimentos reguladores, proporcionando vitaminas y minerales, aunque en el caso de las frutas el contenido en hidratos de carbono es más elevado y ello las convierte en alimentos un poco más energéticos que las verduras.

Las frutas al igual que las verduras son consideradas como alimentos protectores por su contenido en fibra y compuestos carotenoides y flavonoides. La fibra importante para evitar ciertas enfermedades como diabetes, obesidad, hiperlipidemias y cáncer. Los carotenoides y los flavonoides actúan como antioxidantes ante el ataque de los radicales libres causantes del envejecimiento de nuestros tejidos.

Los carbohidratos son generalmente azúcares simples y disacáridos (fructosa, glucosa y sacarosa), azúcares de fácil digestión y rápida absorción. En la fruta poco madura nos encontramos, almidón, sobre todo en el plátano que con la maduración pasa a azúcares simples.

Forma parte de nuestro comportamiento alimentario tomar fruta después de las principales comidas, aunque hoy en día se sustituye con frecuencia por productos lácteos, es preciso decir que esta sustitución no es adecuada si se hace de la forma habitual, debiendo hacerse solo en ocasiones especiales.

### **8.2.1. COMPOSICIÓN**

Agua	80 - 90 %
Carbohidratos	5 - 18 %
Proteínas	0,5 - 3 %
Grasa	0,1 - 0,5 %
Fibra	0,5 - 6 %

Vitaminas: beta-carotenos, vitamina C, vitaminas del grupo B.

Sales minerales: Mg, K, Ca, Fe.

### **Carbohidratos**

El contenido en glúcidos puede variar desde un 20% en el plátano hasta un 5% en el melón, sandía y fresas. Las demás frutas tienen

un valor medio de un 10%. El contenido en glúcidos puede variar según la especie y también según la época de recolección.

En las frutas verdes o inmaduras existe una mayor proporción de almidón, sin embargo, en las frutas maduras estas presentan nada o muy poco almidón, en este caso poseen disacáridos y monosacáridos, sacarosa, glucosa y fructosa respectivamente, de buena digestión.

### **Fibra**

Los componentes de la fibra vegetal que nos podemos encontrar en las frutas son principalmente: celulosa, hemicelulosa y las pectinas.

En la piel o cascara es donde nos encontramos mayor concentración de fibra, pero también nos podemos encontrar con algunos contaminantes (restos de insecticidas), que son difíciles de eliminar. Está muy clara la acción de la fibra frente al estreñimiento, hemorroides, hiperlipidemias y obesidad.

### **Vitaminas**

Por su contenido en vitaminas podemos hacer dos grandes grupos:

- Ricas en vitamina C: contienen más de 30 mg/100g de porción comestible (Tabla 8.3). Aquí encontramos a los cítricos, también las fresas, la papaya, el pepino dulce, el tumbo, las ciruelas, el marañón y el camu camu, fruta amazónica que abunda en los departamentos de Loreto y Ucayali, y se caracteriza por ser la fruta que contiene el mayor contenido en vitamina C.
- Es importante mencionar que la vitamina C pueda prevenir el escorbuto, debido a que es indispensable en la formación del colágeno, indispensable en las articulaciones de nuestro organismo.

Tabla 8.3  
 Contenido de vitamina C en frutas expresados  
 en mg por 100 de producto.

Frutas	Vitamina C o Ácido Ascórbico (mg/100g de fruta)
Lima	36,0
Jugo de Limón	44,2
Mandarina	48,7
Naranja	92,3
Toronja	50,6
Fresas	42,0
Papaya	47,7
Pepino dulce	29,7
Tumbo	34,4
Ciruelas	36,8
Marañón	108,0
Camu camu	2780,0

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

- Ricas en Pro-vitamina A: Entre las frutas que tienen un importante contenido de pro-vitamina A en la forma de carotenos que después en nuestro organismo se convirtieran en vitamina A, tenemos el caso de albaricoques, la lúcuma, el mango, el jugo de maracuyá, el plátano de la isla, el plátano verde (que mantiene su tenor de vitamina A tanto en asado como sancochado), el zapote y el aguaje (estas dos últimas que se encuentra en la selva). En la tabla 8.4 se observa el aporte de vitamina A expresada en retinol que aportan dichos productos. De esta manera estos productos son beneficiosos para la visión.

Tabla 8.4  
Frutas con contenido en vitamina A expresados  
en mg/100 g de producto.

Frutas	Vitamina A o Retinol (mg/100g de fruta)
Lúcuma	355
Mango	159
Jugo de maracuyá	410
Plátano de Isla	130
Zapote	131
Aguaje	130
	706

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

### Ácidos Orgánicos

La fruta contiene ácidos y otras sustancias aromáticas que junto al gran contenido de agua de la fruta hace que esta sea refrescante. Entre merecen especial atención los ácidos málicos predomina en la manzana, el ácido cítrico en naranjas, etc. y el tartárico en las uvas.

Los ácidos orgánicos son responsables de la acidez de la fruta verde, no madura. Durante el proceso de maduración de las frutas, los niveles de azúcares o carbohidratos sencillos aumentan y disminuyen el contenido de ácidos orgánicos.

No es motivo de preocupación la ingestión de los ácidos orgánicos, pues la mayoría son utilizados metabólicamente por el organismo dando energía, algunos se excretan como tales en orina y otros no llegan a absorberse, excretándose por las heces. Además, no conducen a acidosis.

### **Pigmentos carotenoides**

Los carotenoides pro vitamina A que se encuentran en las frutas están el beta caroteno, gama caroteno (responsables del color amarillo) y criptoxantina (responsable del color anaranjado), todos ellos importantes porque como se dijo en el organismo se convierten en vitamina A.

Entre los carotenoides que no tienen actividad provitamínica A tenemos a la luteína (color amarillo), el licopeno (pigmento rojo presente en las sandías), con propiedades únicamente antioxidantes.

### **Flavonoides**

Las frutas son también ricas en flavonoides diversos como flavonoides, catequinas y antocianinas.

Las antocianinas son los flavonoides más frecuentes y se encuentran generalmente en la piel de las frutas (ciruela, manzana, etc.), proporcionando intensos colores rojizos, pero también se pueden localizar en la porción carnosa de la fruta como ocurre en algunas variedades de cerezas.

Los flavonoides que se encuentran en las frutas son los responsables de pardeamiento de las frutas por acción de enzimas denominadas fenolasas o polifenoloxidasas, debido a que los flavonoides presentan en su estructura química estructura fenólica, transformándose en ortoquinonas que proporcionan ese color marrón característico en el pardeamiento enzimático.

Las propiedades funcionales de estos principios activos son diversas, propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antihipertensivas y anticancerígenas.

### **Compuestos fenólicos**

Abundan en las frutas verdes sobre todos en la piel disminuyendo su contenido a medida que avanza la maduración. Son los

responsables de la astringencia de muchas frutas, que en gran número de ocasiones desaparece en su estado de madurez. Así mismo los compuestos fenólicos son responsables del pardeamiento de las frutas cortadas y de zumos, lo que es debido a la transformación de estos compuestos en quinonas mediante la acción de las enzimas fenolasas (Figura 8.5). Finalmente, las quinonas se polimerizan en compuestos melanoides de color oscuro.

Los compuestos fenólicos tienen valor nutricional dado el carácter antioxidante de los mismos constituyendo con los flavonoides (también de naturaleza fenólica) y los carotenoides su acción frente a los radicales libres.

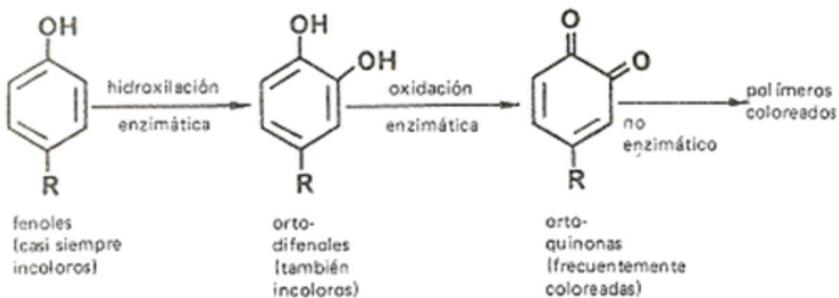


Figura 8.5 Pardeamiento enzimático de los compuestos fenólicos.

## Minerales

Al igual que en verduras son ricas en K en altísima proporción (120-380 mg por cada 100 g de fruta), Mg, Ca, Fe. Las frutas son muy pobres en sodio (1-5 mg). Las sales minerales son siempre importantes durante el crecimiento para la osificación.

## Valor calórico

El valor calórico vendrá determinado por su concentración en azúcares, oscilando entre 30-80 Kcal/100 g.

El sabor de cada fruta vendrá determinando por su contenido en ácidos orgánicos, azúcares y otras sustancias aromáticas. El ácido málico predomina en la manzana, el ácido cítrico en naranjas, etc. Y el tartárico en las uvas.

### 8.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS FRUTAS POR SU CONTENIDO ENERGÉTICO

A continuación, se describen las frutas clasificadas en función de su contenido en carbohidratos, así como también las propiedades funcionales específicas en determinados productos beneficiosos para el organismo humano.

#### A. FRUTAS FRESCAS CON 5% a 9 % DE CARBOHIDRATOS:

##### **Carambola** (*Averrhoa carambola*)

Fruta que contiene una alta concentración de vitamina C, tanto que puede proporcionar aproximadamente un 30% de la ingesta diaria recomendada de 60 mg/día.

##### **Fresa** (*Fragaria vesca*)

Ricas en vitamina C, ácido fólico, potasio y fibra. Una ración de 125 g aporta un 160% de vitamina C, un 20% de ácido fólico y un 16% de fibra diaria necesaria para mantener una vida sana.

##### **Ciruela** (*Prunus doméstica*)

Fuente de vitamina C, carotenoides y pro-vitamina A, fibra y flavonoides. Una ración de 130g de ciruelas aporta 20% de la ingesta diaria de vitamina C.

##### **Pera** (*Pyrus cummunis*)

Buena fuente de vitamina C, fibra, potasio y vitamina E. La fibra ayuda a controlar los niveles de azúcar en la sangre y colesterol. Una pera de tamaño medio contiene un 10% de la vitamina C y un 15% de

la fibra que nuestros cuerpos necesitan diariamente para mantenernos sanos.

### **Melón** (*Cucumis melo*)

Los melones son una fuente de vitamina C, provitamina A y carbohidratos. La cantidad de carotenoides protectores en el melón dependerá de la intensidad del pigmento anaranjado en la carne.

### **Mandarina** (*Citrus reticulada*)

Al igual que la naranja, la mandarina fresca es baja en calorías. También es una buena fuente de vitamina C, fibra, potasio.

En las partes blancas y blandas de la mandarina es una buena fuente de pectinas constituyente de la fibra soluble indispensable para la reducción del colesterol plasmático.

Contiene ácido fólico, una vitamina del complejo B que guarda relación con la salud durante el embarazo.

Además, la mandarina y otros frutos cítricos constituyen una fuente dietaria primaria de betacriptoxantina, un carotenoide con propiedades antioxidantes. La betacriptoxantina es el carotenoide que le da el color anaranjado a la mandarina. Las mandarinas también contienen terpenos y flavonoides.

### **Naranja** (*Citrus sinensis*)

Son bajas en Kcal y una buena fuente de vitamina C, fibra y potasio.

En las partes blancas y blandas se encuentra las pectinas constituyentes de la fibra soluble.

Contienen importantes cantidades de folato, vitamina del complejo B que proporciona un efecto protector útil durante el embarazo.

También contiene betacriptoxantina, un antioxidante carotenoide que les proporciona su color característico.

Los sabores amargos se evidencian cuando se extrae el jugo en forma exagerada hasta llegar más allá de la porción blanca de la cáscara. Por ejemplo: la limonina y la naranginina les dan sabor amargo a las naranjas.

### **Toronja**

Parecida a la naranja cáscara lisa amarillo verdoso, jugo blanquecino y sabor dulce amargo. Tiene 50% mg de vitamina C y 50 veces más potasio que sodio.

En su parte blanca se caracteriza por que tiene una alta cantidad de pectinas constituyente de la fibra.

### **Lima** (*Citrus aurantifolia*)

Tiene de 50 % a 58% mg de vitamina C, más calcio, fósforo y hierro. Su cáscara en sus partes blandas es rica en fibra.

### **Piña** (*Ananas comosus*)

El perfil nutritivo de la piña es semejante al de muchos otros frutos que contienen niveles altos de carbohidratos y niveles bajos de grasa y proteínas. Sus azúcares solubles son las sacarosa, glucosa y fructosa.

Contiene ácido cítrico y málico en forma de citratos y malatos de potasio, magnesio y otros minerales, que le dan el sabor algo picante.

La fibra constituye alrededor de un 14% de la materia seca, por lo que el fruto puede añadirse en una dieta baja en colesterol. La fibra es un constituyente de la piña, mayor en la medula central, que si bien es difícil su consumo directo por su dureza en cambio al ser licuada es aprovechada totalmente en jugos y mermeladas. Su contenido en vitamina C es aproximadamente la mitad que el de los cítricos y el nivel carotenoide pro vitamina A es bajo en comparación al de la papaya.

La piña es también una fuente de la enzima bromelina, la cual desempeña una función en el tubo digestivo, ayudando en la digestión, a la vez que también descompone a las proteínas. Por dicha razón es utilizada en la industria en el ablandamiento de la carne.

Los fitoquímicos presentes en las piñas incluyen a los favoritos como la quercitina y otros compuestos fenólicos considerados antioxidantes.

### **Papaya** (*Carica papaya*)

Es una buena fuente de vitamina A, pero en cambio su riqueza en minerales, calcio, fósforo, hierro es pobre.

Por su textura tan especial y su alto contenido en pectinas, se utiliza preferentemente para el jugo matutino en muchos hogares. Por su contenido en pectinas, una fibra soluble le confiere propiedades detoxificante y laxante.

El color de la pulpa de papaya es amarillo naranja se debe a la presencia de carotenoides como violaxantina y la caricaxantina y el color de la papaya roja se debe al contenido de licopenos. Estos carotenoides tienen propiedades antioxidantes.

### **Sandía** (*Citryllus lanatus*)

Hermosa fruta carnosa muy fresca de pulpa dulce y jugosa por su abundante contenido en agua de color rosa o rojo sangre, debido a la presencia del carotenoide licopeno, que tiene propiedades antioxidantes.

Si bien se acostumbra a desechar su cáscara, ésta contiene mucha celulosa y pectina que conforman la fibra.

En cuanto a la porción comestible que es la pulpa su riqueza radica en 6% a 10% de carbohidrato, 86% a 90% de agua, poca fibra y minerales calcio, magnesio y potasio.

## B. FRUTAS CON 10% - 15% DE CARBOHIDRATOS

### Higo (*Ficus Carica*)

Es rico en fibra dietética, potasio, proteínas, minerales, hierro, fósforo, magnesio, cobre, zinc más vitaminas Riboflavina y vitamina B6 o Piridoxina.

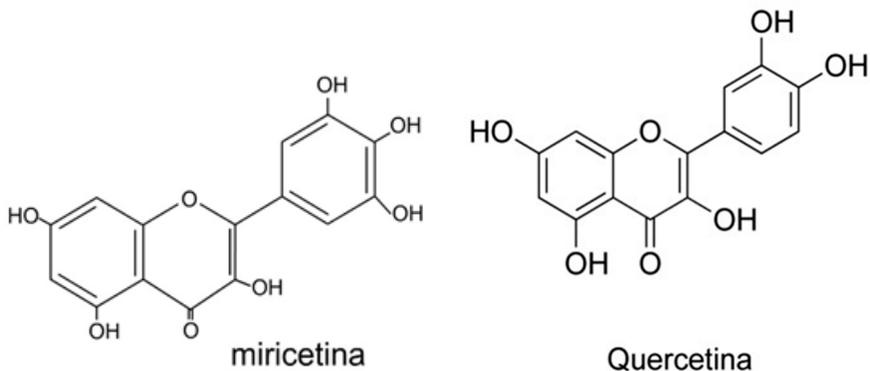
### Limón (*Citrus limonia*)

Muy rico en ácido cítrico, por lo que posee un sabor ácido, a pesar de sus carbohidratos dulces. Debajo de su cascara amarilla o verde, la cubierta blanca al igual que en otras frutas cítricas es rica en pectina, propectina y pectinas importantes por ser constituyentes de la fibra dietaría.

### Mango (*Magnifera indica*)

El mango es rico en vitamina A y C, contiene el carticoide luteína que es el responsable de proporcionar el color amarillo anaranjado al mango. La luteína se encuentra concentrada en una región específica del ojo, por lo que una dosis elevada podría proteger contra procesos degenerativos de la edad en ese órgano.

El mango es muy rico en pectina que como ya se sabe forma parte de la fibra y es la que proporciona grandes bondades a la salud.



**Uvas** (*Vitis vinífera*)

La uva es una fuente de carotenoides provitamina A, vitamina C, flavonoides miricetina y quercitina, siendo todos estos compuestos antioxidantes. Su color se debe esencialmente a la malvidina, pigmento del grupo de las antocianinas. Una ración de 125 g aporta aproximadamente un 25% de la ingesta recomendada de vitamina C.

**Chirimoya** (*Amona cherimola*)

Es baja en grasa y constituye una buena fuente de vitamina C, carotenoides y minerales como el hierro.

**Manzana** (*Malus domestica*)

Fruto que puede variar de color desde rojo brillante hasta el verde y la pulpa puede variar de blanca a rosa. El color rojo de muchas manzanas se debe a que posee el colorante cianidina que pertenece al grupo de las antocianinas, pigmentos solubles en agua.

Las manzanas además contienen una mínima porción de alcohol, azúcares sencillos, ácidos orgánicos que facilitan la digestión, la vitamina B6 y la vitamina C. En cuanto a minerales contiene potasio, magnesio, fósforo, sodio y calcio.

**C. FRUTAS CON 20% o MAS CARBOHIDRATOS****Plátano**

Fruta muy consumida en el oriente peruano, sobre todo el plátano verde o inmaduro pues así es más rica en almidón; sustituyendo a la papa en muchas preparaciones.

La pulpa es de color blanco, amarillento o anaranjado, como el llamado plátano de la isla.

La harina se elabora con frutas sin madurar para aprovechar el periodo en que los carbohidratos que se encuentran en forma de almidón, pero puede prepararse con la fruta ya madura, aunque se

obtiene un producto oscuro. Esto promueve la investigación y aplicación de la industria alimentaria en nuestro país. Muy desarrollada es la fabricación artesanal e industrial a gran escala de la fruta frita en delgadas capas llamadas chifles, siendo hoy una importante industria de bocaditos.

## **FRUTAS GRASOSAS FRESCAS**

### **Aguaje**

El aguaje es una palmera arborescente de un solo tallo. En el Perú se desarrollan aguajales, ecosistemas muy típicos que se caracterizan por el desarrollo de 225 a 350 plantas adultas de aguaje por hectárea. Justamente en la unión de los ríos Ucayali y Marañon, existe una extensión conocida como depresión Ucumara, inundada todo el año, de grandes extensiones de aguajales, que lleva a pensar que el centro de la diversidad del aguaje podría estar en la Amazonia peruana.

El aguaje proporciona 700 µg de vitamina A, y es una fruta muy importante en la prevención de deficiencia de esta vitamina. Además de servir de fruta, el aguaje es fuente de aceites y grasa. El aceite, obtenido de los frutos maduros de aguaje es muy rico en ácido oleico y en otros ácidos grasos similares en composición a los de los aceites de semillas oleaginosas.

### **Palta**

El contenido energético en la palta es alto por la grasa que posee de 10g a 23g de grasa como triglicéridos con buena proporción de ácidos grasos insaturados siendo por ello muy apreciada.

Además, tiene potasio, caroteno o provitamina A y Vitamina E. Al respecto la palta posee el más elevado contenido en vitamina E en comparación con otras frutas y hortalizas.

Finalmente es necesario mencionar que se recomienda dos o tres raciones al día, sería conveniente que una pertenezca al grupo de cítricos y la otra al resto de las frutas.

### 8.2.3. FRUTAS CLIMATÉRICAS Y NO CLIMATÉRICAS

En la maduración de las frutas aumentan mucho la respiración, este aumento de la respiración se llama *subida climatérica* y sirve para dividir a las frutas en dos grandes grupos:

Las que sufren bruscamente esta subida, frutas climatéricas, y las que lo hacen lentamente y de forma atenuada, frutas no climatéricas.

Entre las *frutas climatéricas* tenemos: manzana, pera, plátano, melocotón, albaricoque y chirimoya. Estas frutas sufren una maduración brusca y grandes cambios de color, textura y composición. Habitualmente se recogen en estado pre climatérico y se almacenan en condiciones controladas para que la maduración no tenga lugar hasta el momento de sacarlas al mercado.

Entre las *no climatéricas* tenemos naranja, limón, mandarina, piña, uva, melón y fresa. Estas frutas maduran de forma lenta y no tienen cambios bruscos en su aspecto y composición. Su contenido en almidón es mayor. La recolección se hace después de la maduración porque si se hace cuando están verdes luego no maduran, solo se ponen blandas.

### 8.2.4. PROCESO DE MADURACIÓN Y EVOLUCIÓN

Las transformaciones que se producen en las frutas a causa de su maduración son:

- Degradación de la clorofila y aparición de pigmentos amarillos (carotenos) y rojos (antocianos).
- Degradación de la pectina que forma la estructura.
- Transformación del almidón en azúcares más sencillos, es decir a medida que la fruta madura el almidón es hidrolizado por la acción de amilasas de la fruta, y mediante otros sistemas enzimáticos se sintetiza sacarosa y fructuosa que se encuentran en alta proporción cuando se llega a la maduración.
- Disminución de la acidez, así como pérdida de la astringencia.

Estas transformaciones pueden seguir evolucionando hasta el deterioro de la fruta. El *etileno* es compuesto químico que produce la fruta antes de madurar y es fundamental para que la fruta madure. En las frutas maduras su presencia determina el momento de la maduración, por lo cual, el control de su producción será clave para su conservación.

En las no climatéricas la presencia de etileno provoca una intensificación de la maduración.

### **8.2.5. PROCESO DE CONSERVACIÓN**

El punto fundamental de la conservación de las frutas será el control de su respiración evitando la maduración de las climatéricas y procurando que las no climatéricas sean lo más lento posible.

La fruta antes de madurar se conserva en ambientes muy pobre en oxígeno, y si es posible con altas concentraciones de CO<sub>2</sub>. Deben colocarse en lugares oscuros y con temperaturas de 20 °C. Estas condiciones controlan la producción de etileno.

La fruta ya madura debe mantenerse en condiciones de poca luz, bajas temperaturas (0°C – 6°C) y alta humedad relativa (90%). Hay que separar las frutas maduras de las que no están, ya que una sola pieza puede hacer madurar al resto.

### **8.2.6 CONSERVAS DE FRUTAS**

La fruta debe ser utilizada, principalmente como fresca. Un almacenamiento prolongado no es adecuado; tampoco sería posible para algunos tipos de fruta, como las cerezas o las fresas.

Muchas especies de frutas no pueden ser conservadas frescas, pues tienden a descomponerse rápidamente. Para poder utilizarlas todo el año, se procede a su conservación.

**Conserva:** En latas o frascos calentados en ausencia de aire. Las

bacterias son eliminadas (por calor) y se evita su posterior ingreso por cierre hermético.

**Secado:** con la eliminación del agua se inhibe el desarrollo de bacterias. Es la forma barata de conservación sobre todo para manzanas, ciruelas y albaricoques. Se trocean y se secan al aire.

**Azucarado:** el azúcar extrae la humedad de las bacterias, inhibiendo su desarrollo y la reproducción. Se parte en trozos la fruta, se colocan en recipientes limpios y se cubren con capas importantes de azúcar, los potes se cierran y se guardan en lugar fresco.

**Macerado en alcohol:** el alcohol es un poderoso desecante, que actuaría igual que el azúcar en el caso anterior (cerezas al coñac). La posibilidad de utilizar frutas es aún mayor con diversas preparaciones de frutas.

**Mermeladas:** las mermeladas se preparan con pulpa de las frutas. Estas se trituran y se cocinan con azúcar hasta una consistencia pastosa. Para 45 partes de fruta podemos utilizar 55 partes de azúcar. El agregado de colorantes o de jarabe de glucosa (máx. 12%), solo se admite con la correspondiente declaración en la etiqueta.

**Confituras:** son mermeladas muy finas, principalmente de una sola fruta, que contienen frutas enteras o trozos de ellas.

**Jaleas:** se obtienen de la cocción de jugos de frutas frescas con igual cantidad de azúcar. Se emplean frutas con un alto contenido en pectinas (fresas, manzanas y membrillos). Para mejorar la gelificación se añaden sustancias a base de pectinas que se adquieren en el comercio.

Todas las preparaciones de frutas deben conservarse en lugares fríos y secos, al resguardo de la humedad y bacterias. Cualquier conserva hinchada indica que hay fermentación y por lo tanto descomposición.



## Capítulo IX

# FRUTOS SECOS



## 9.1. DEFINICIÓN

Los frutos secos son semillas con una cubierta endurecida y cascara lignificada. Del mismo modo que la mayor parte de semillas, contienen reservas alimenticias que hacen posible la germinación del embrión. Los frutos secos proceden de las plantas diversas por lo que su contenido nutricional muestra variaciones lógicas, aunque en este breve apartado se tratan conjuntamente.

## 9.2. COMPOSICIÓN

Tienen poca agua (10%) y una pequeña cantidad de carbohidratos (4%), de los cuales un 50% aproximadamente es almidón y el resto son carbohidratos sencillos. Contienen una apreciable cantidad de fibra (14%) y proteína (20%) de elevada calidad (60-65% de valor biológico) y son especialmente ricos en grasa (53%). Son, por tanto, fuentes concentradas de energía (100 g de frutos secos aportan unas 500-600 kcal). La relación  $[AGP + AGM]/AGS$ , muy útil para juzgar la calidad de la grasa, en los frutos secos es una de las más altas, y por tanto mejores. Tras los aceites de girasol, maíz y soja, los piñones y las nueces son los alimentos con mayor cantidad de AGP por 100 g de alimento. La grasa de las almendras es cualitativamente similar a la del aceite de oliva

En los frutos secos destaca su riqueza en arginina, conocido precursor de la síntesis de óxido nítrico, un vasodilatador fisiológico importante en el mantenimiento de la presión arterial, a la cual se le adjudica una parte de los efectos beneficiosos cardiovasculares que parecen tener los citados frutos secos.

La grasa es la fracción mayoritaria en cuanto a macronutrientes de los frutos secos. En la composición grasa de los frutos secos destaca el bajo contenido en ácidos grasos saturados (AGS), y el alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), fundamentalmente ácido oleico, que constituyen alrededor de la mitad de la grasa total en la mayoría de los frutos secos, con la excepción de las nueces. Éstas últimas son particularmente ricas en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), con la particularidad de contener una alta proporción de ácido  $\alpha$ -linolénico y ácido linoleico, ácidos grasos de la serie  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, respectivamente. En los otros frutos secos como avellanas, almendras, piñones, pistachos y pecanas, tienen importante presencia de ácido linoleico, en tanto que el ácido linolénico es bajo (Tabla 9.1).

Los frutos secos son una excelente fuente de vitamina E, concretamente  $\alpha$ -,  $\beta$ - y  $\gamma$ tocoferoles, que actúa como un potente antioxidante capaz de proteger la función inmune y de inhibir el daño oxidativo celular, y de reducir el riesgo cardiovascular. El  $\alpha$ -tocopherol es la forma de tocoferol dominante en las almendras, con 26,22 mg/100 g, seguido de las avellanas, los cacahuets, las nueces de Brasil, los pistachos y las pacanas con 15,03; 8,33; 5,73; 2,30 y 1,40 mg/100 g, respectivamente.

Del mismo modo que se ha comentado en vitaminas, también los frutos secos contienen bastantes minerales y especialmente, los que más pueden preocupar desde el punto de vista nutricional. En este sentido pueden considerarse fuentes moderadas de calcio y hierro (en este último caso para la mujer), y fuentes más ricas en fósforo, potasio, magnesio y hierro para el hombre. Destacan especialmente sus bajos niveles de sodio, cualidad interesante respecto a nuestra dieta habitual, que tiene exceso del citado mineral. No obstante, hay que tener en cuenta que este aspecto solamente es cierto en aquellos casos en que al producto comercial no se le haya añadido nada de sal, maniobra que, como se sabe, no siempre es así.

Tabla 9.1  
 Contenido en grasa y ácidos grasos (g/100 g de alimento) en frutos secos.

Frutos secos	Grasa total	AGS	AGMI	18: 1 n-9	AGPI	18:2 n-6	18:3 n-3
Nueces	65,21	6,13	8,93	8,80	47,17	38,09	9,08
Avellanas	60,75	4,46	45,65	45,41	7,92	7,83	0,09
Almendras	49,42	3,73	30,89	30,61	12,07	12,06	0,01
Piñones	68,37	4,90	18,76	17,95	34,07	33,15	0,16
Anacardos	43,85	7,78	23,80	22,52	7,85	7,78	0,06
Macadamias	75,77	12,06	58,88	43,76	1,50	1,30	0,21
Pistachos	45,39	5,56	23,82	23,17	13,74	13,49	0,26
Nueces de Brasil	66,43	15,14	24,55	24,22	20,58	20,54	0,04
Pecanas	71,97	6,18	40,80	40,59	21,61	20,63	0,99
Cacahuates	49,24	6,83	24,43	23,76	15,56	15,56	0,00

Fuente: Pérez F, Martínez C, Carbajal A, Zamora S. Conociendo los alimentos. En: Kellogg España. Manual Práctico de Nutrición y Salud. Madrid: Exlibris; 2012. p. 50 - 64. AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos poliinsaturados; AGS: ácidos grasos saturados. \*P + M/S = AGP + AGM/AGS.

Los frutos secos contienen cantidades variables de ácido fólico, que oscilan entre los 96-110  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  siendo el más bajo con 22  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  de las pacanas. El ácido fólico participa en los procesos de detoxificación de la homocisteína, factor de riesgo para el desarrollo de arteriosclerosis, de ahí que el consumo de frutos secos tenga relevancia en la protección frente al incremento de la homocisteína.

### 9.3. PROPIEDADES FUNCIONALES

Los frutos secos contienen cantidades relativamente importantes de fitosteroles (esteroides vegetales), especialmente de beta-sitosterol, el cual inhibe la absorción del colesterol dietario por inhi-

bición competitiva a nivel del intestino delgado por una enzima que lo esterifica para su absorción, acil colesteroil acil Transferasa (ACAT), de esta manera se favorece la eliminación del colesterol en las heces. Esto permitirá reducir la concentración de LDL plásmatico y que permite contribuir en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Además del aporte del  $\beta$ -sitosterol, otros fitosteroles que pueden mejorar el perfil lipídico sanguíneo tenemos al avenasterol, campesterol y estigmasterol. Los pistachos son los que tienen un contenido mayor de esteroides (214 mg/100 g), almendra (111mg/100g), avellana (89mg /100g) mientras que las nueces son las que tienen un contenido menor (72 mg/100 g). Diversos trabajos han puesto de manifiesto que el consumo diario de alimentos enriquecidos con dosis de fitoesteroides de 1,6-3,0 g reduce alrededor de un 30% la absorción del colesterol y en un 5- 15% las concentraciones séricas de colesterol y cLDL

Son asimismo muy ricos en polifenoles, sustancias antioxidantes también presentes en otros vegetales. Entre los polifenoles presentes en los frutos secos tenemos flavonoides tipo catequinas, quercetina, kaemferol, entre otros flavonoles y flavononas, así como también de resveratrol. La quercetina tiene como acciones regular la biosíntesis de eicosanoides contribuye con efectos antiinflamatorios, evita la oxidación de las LDL y la agregación plaquetaria y finalmente promueve la relajación del músculo liso vascular lo que explica sus efectos antihipertensivos.

## **9.4. ASPECTOS NEGATIVOS DE LOS FRUTOS SECOS**

Existen varios aspectos negativos en relación al consumo de frutos secos, aunque la baja ingesta de los mismos y las condiciones en que se producen ciertos problemas a ellos asociados no llegan a tener prácticamente nunca una repercusión nociva.

1. **Ácido fítico.** El contenido en ácido fítico, que al parecer constituye un depósito de fosfato y elementos traza para el desarrollo del embrión, se comporta como un quelante para determinados minerales, como calcio hierro, magnesio, cinc y cobre, disminuyendo la biodisponibilidad de los mismos.

La importancia de este hecho puede ser significativa en vegetarianos estrictos (especialmente en situaciones vulnerables), donde el aporte de algunos de los minerales citados está comprometido, y su vez el contenido total de ácido fítico puede ser grande.

2. **Contaminación por hongos.** Ciertos hongos pueden desarrollarse en frutos secos almacenados en malas condiciones, produciendo micotoxinas, de las cuales las aflatoxinas (especialmente B<sub>1</sub>) se producen por tres especies concretas. *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* y *A. nominus*. Así mismo otras especies de *Aspergillus* también contaminan frutos secos, produciendo *ocratoxinas*.

3. A pesar de su propiedades benéficas, los frutos secos ya mencionados generan reacciones alérgicas en consumidores sensibles en todo el mundo, por lo que la mayoría de las investigaciones de frutos secos se han enfocado en determinar alergénicos que afectan a consumidores, ya que éstos provocan alergias en un 2% en adultos y un 8% en niños en países occidentales. Mediante la técnica proteómica de Western blot se determinó que la proteína 11S es la principal alergénica de la nuez pecanera, además de que está presente en la almendra, avellana, pistacho y nuez de castilla.



## Capítulo X

# TUBÉRCULOS Y RAÍCES FECULENTAS



## 10.1. DEFINICIÓN Y COMPOSICIÓN

Son alimentos que se caracterizan por su elevado contenido en agua, en aproximadamente 75% como promedio. Estos productos alimenticios constituyen fuentes importantes de energía, cuyo valor fluctúa entre 70 - 150 kcal por cada 100 g.

Su principal componente es el almidón siendo este del 15 al 40%, el contenido de proteína generalmente es bajo pudiendo ser hasta un 3% y cuyo valor biológico es 0,67.

Casi no tienen grasa y su contenido en minerales es bajo. También su contenido en fibra es bajo desde 0,6 a 1%. Son buenas fuentes de vitamina C, tiamina y niacina.

## 10.2. PRINCIPALES TUBÉRCULOS

### 10.2.1. PAPA

La papa contiene un elevado porcentaje de agua 77%, es fuente importante de almidón que representa el 18%, proteínas en 2,5%. Destacan las vitaminas B1 (tiamina) B2 (riboflavina), B6 (piridoxina) y la Vitamina C el momento de la recolección presentes en la piel, pero durante el almacenamiento y la cocción de este alimento su contenido se ve significativamente reducido, al igual que los otros tubérculos y raíces que se revisaran.

Por otro lado, la papa o patata amarilla tiene su mayor contenido en provitamina A que la de la carne blanca. Sin embargo, se encuentra repartida casi enteramente justo debajo de la piel, por lo que se pierde al mondarla.

Tabla 10.1  
Composición proximal en tubérculos y raíces feculentas por  
100g de porción comestible.

TUBÉRCULO/ RAÍZ	Energía (Kcal)	Agua (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Ceniza (g)
Arracacha	97	75,1	0,7	0,3	22,9	1,1	1,0
Camote Amarillo	116	69,9	1,2	0,2	27,6	1,0	1,1
Camote blanco	119	68,8	1,7	0,1	28,3	0,9	1,1
Camote morado	110	71,6	1,4	0,3	25,7	0,9	1,1
Yacón	54	86,6	0,3	0,3	12,5	0,5	0,3
Maca	314	15,3	11,8	1,6	66,4	1,0	-
Oca Deshidratada	325	15,3	4,3	1,1	75,4	3,4	3,9
Oca	61	84,1	1,0	0,6	13,3	1,0	1,0
Olluco	62	83,7	1,1	0,1	14,3	0,8	0,8
Papa amarilla	103	73,2	2,0	0,4	23,3	0,7	1,1
Papa blanca	97	74,5	2,1	0,1	22,3	0,6	1,0
Yuca blanca	162	58,9	0,8	0,2	39,3	1,1	0,8
Yuca amarilla	161	59,0	0,6	0,2	39,1	0,9	1,1

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

La papa fresca es una buena fuente de potasio (aproximadamente 450 mg/100g), magnesio. Pequeñas cantidades de yodo, algo de calcio y fósforo. El calcio se presenta en poca cantidad, pero aprovechable por no estar en la forma de fitatos de calcio propio en cereales y leguminosas.

Su valor calórico no es elevado; 80 calorías/100g, pero si se consume frita o guisada puede triplicar ese valor ya que absorbe gran parte de la grasa que se emplea durante su cocinado. Lo ideal es tomarlas hervidas o cocinadas al vapor o asadas al horno con su piel, ya que es la forma en que se conservan mejor sus propiedades nutritivas.

La solanina es un glicósido alcaloide tóxico, que aparece en las papas envejecidas con brotes verdes y se produce por acción bacteriana. Al pelar las papas viejas en los brotes y partes verdosas se elimina el 70% de la solanina y el remojo favorece la eliminación total por solución. Para que este alcaloide cause daño se tendría que consumir más de un kilo de papa envejecida para provocar vómitos, diarrea o dolor abdominal.

Los polifenoles son importantes antioxidantes en nuestra dieta y la papa es una buena fuente de ellos, tienen un amplio rango de características promotoras de la salud. Estudios han revelado que las papas son consideradas la tercera fuente de fenoles después de manzanas y naranjas. Hoy en día hay un creciente interés por consumir papas nativas, las que tienen pulpas rojas o púrpuras, estas pulpas tienen 3 a 4 veces más concentración de fenoles y flavonoides que las papas más comerciales de pulpas crema o blanca



Figura 10.1 *Solanum tuberosum*.

### 10.2.2. OCA

La composición química de la oca indica que el tubérculo tiene alto contenido de vitamina C (38mg/100g) considerando que la población de las zonas alto andinas tiene un bajo consumo de alimentos ricos en esta vitamina, así como una considerable concentra-

ción de fósforo (36mg/100g), por otro lado, se observa una mejor composición en carbohidratos (13,3g/100g), bajo en proteína (1g/100g) y grasa cruda (0,6g/100g).

La oca soleada concentra sus azúcares y es muy dulce, agradable para su consumo. El zumo de la oca es refrescante y se emplea en pueblos lejanos de la sierra para quitar manchas, acción atribuida a su ácido oxálico.

Los tubérculos ácidos o amargos contienen cantidades de ácido oxálico hasta 500 ppm, en tanto que algunos tipos dulces tienen un insignificante indicio de ácido oxálico (79 ppm).



*Figura 10.2 Oxalis tuberosa "oca".*

### **10.2.3. OLLUCO**

El olluco constituye una buena fuente de carbohidratos. Los tubérculos frescos poseen 85% de humedad, 14% de almidón.

Si calculamos el contenido de los compuestos en base seca, encontramos que el olluco es una fuente importante de calorías por el alto porcentaje de carbohidratos. El contenido de proteínas varía entre 10,8% y 15,7% en base seca. Entre los aminoácidos encontramos valina, treonina y leucina como limitantes. El contenido de vita-

minas no es muy alto. El nivel de ácido ascórbico por ejemplo es la mitad del encontrado en papa. Sólo los niveles de vitamina A (3,77 mg equivalente de retinol) son mayores que en oca (1,26 mg equivalente de retinol) y papa (trazas).

Presenta algo de calcio y hierro, como los otros tubérculos.



Figura 10.3 *Ollucus tuberosus* "Olluco".

#### 10.2.4. MASHUA

La mashua, conocida también como "añu", "isaño" o "cubio", es una planta herbácea perenne originaria de la región andina, donde también fue domesticada. Las evidencias arqueológicas sugieren que sus tubérculos ya eran consumidos desde hace más de 7500 años. Su hábitat de distribución natural se extiende desde Colombia hasta el norte de Argentina.

La mashua es una especie rústica, que puede crecer bien a temperaturas bajas y en suelos pobres, sin necesidad de fertilizantes. Además, es resistente a nematodos, insectos y varias plagas, como el gorgojo de la papa (*Premnotrypes spp.*).

La principal contribución nutricional de la mashua es su alto contenido de carbohidratos (9,8%). El contenido proteico en materia



Figura 10.4 *Tropaeolum tuberosum* "Mashua".

fresca se acerca a los valores de la papa, y en materia seca, puede variar de 6,9 a 15,9%, constituyéndose como una fuente altamente nutritiva. Los análisis de aminoácidos muestran una satisfactoria composición nutricional comparada con las recomendaciones de la OMS.

Los tubérculos de la mashua tienen un elevado contenido, carbohidratos, fibra, ácido ascórbico (vitamina C) y calorías. También contienen una elevada concentración de glucosinolatos aromáticos que al ser hidrolizados se transforman en isotiocianatos, compuestos químicos responsables de otorgar el típico sabor picante a los tubérculos (p-metoxibencil isotiocianato, compuesto que parece ser específico la mashua).

Los isotiocianatos son conocidos por sus propiedades antibióticas, insecticidas, nematocidas, anticancerígenas y diuréticas, lo que contribuye a sustentar el uso tradicional de la mashua en la medicina folclórica de los Andes.

A continuación, en la tabla 10.2 se presenta la composición química de la oca, mashua y olluco.

Tabla 10.2  
Composición química de la oca, mashua y olluco.

Componentes	Oca	Mashua	Olluco
Humedad (g)	61,0	50,0	62,0
Cenizas (g)	1,0	0,6	0,8
Proteína (g)	1,0	1,5	1,1
Grasa (g)	0,6	0,7	0,1
Fibra (g)	1,0	0,9	0,8
Carbohidratos (g)	13,3	9,8	14,3
Energía (Kcal)	61,0	50,0	62,0
<u>Minerales</u>			
Calcio (mg)	22	12	3
Fosforo (mg)	36	29	28
Hierro (mg)	1,6	1,0	1,1
<u>Vitaminas</u>			
A (mg Eq. Retinol)	1,26	10,04	3,77
B1 (mg)	0,05	0,10	0,05
B2 (mg)	0,13	0,12	0,03
Niacina (mg)	0,43	0,67	0,20
Vitamina C (mg)	38,4	77,5	11,5

Fuente: Robles N. Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en el contenido de vitamina C y capacidad antioxidante en zumo de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol). [Tesis]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; 2016.

## 10.3. PRINCIPALES RAÍCES

### 10.3.1. CAMOTE

Raíz feculenta también conocida como batata o boniato. De pulpa blanca, amarilla, naranja o morada, que al hornear los camotes o cocinarlos en calor seco en la llamada pachamanca sufren par-

deamiento no enzimático que oscurece la cáscara y por dentro favorece la transformación del almidón en glucosa, adquiriendo profundo sabor dulce y gran suavidad ideal para niños y ancianos.

Nutricionalmente posee carbohidratos alrededor de 25%, proteínas entre 1,3 a 1,9%. El resto es agua, muy rica en beta caroteno (pro vitamina A), siendo este tubérculo el de mayor concentración en esta pro vitamina. También contiene aceptablemente tiamina y piridoxina.

### **10.3.2. YUCA**

También conocida como mandioca, es rica en carbohidratos en un promedio del 37% especialmente representado por el almidón. Muy poco contenido de proteínas y grasas. Posee poco betacaroteno, sin embargo, es una importante fuente de vitamina C.

### **10.3.3. YACÓN**

Sus raíces son de sabor dulce y agradable. Se comen crudas después de solearlas por varios días hasta que se arrugue la cáscara o inmediatamente después de la cosecha. El nivel de azúcar aumenta conforme se expone las raíces al sol.

A diferencia de otras raíces reservantes comestibles, el 85 al 90% del peso fresco de esta raíz es agua, y del 6 al 12% es Fructoligosacáridos (FOS). Los carbohidratos representan el 90% del peso seco de las raíces recién cosechadas, en donde el 50 al 70% corresponden a FOS, el resto de los carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructuosa, y glucosa.

Esta raíz almacena principalmente FOS, un tipo especial de azúcar que aporta menos calorías que la sacarosa y carece de almidón, por lo que no eleva los niveles de glucosa en la sangre. Estos atributos podrían convertir a la raíz de yacón en un producto ideal para ser consumido por personas que padecen de diabetes o para dietas hipocalóricas.

El alto contenido de FOS permite explicar el efecto pre-biótico de los extractos de raíz de yacón, debido a que estos azúcares no son hidrolizados por las enzimas digestivas humanas, pero si son utilizados por las bacterias del tracto intestinal.

Adicionalmente, las raíces de yacón contienen compuestos fenólicos, principalmente derivados del ácido clorogénico y cafeico, ambos considerados antioxidantes naturales de importancia en la salud humana.

Tabla 10.3  
Composición nutricional del yacón

Compuesto	Rango
Agua	85 - 90g
Oligofructuosa (OF)	6 - 12g.
Azúcares Simples	1.5 - 4g.
Proteínas	0.1 - 0.5g
Potasio	185 - 295 mg
Calcio	6 - 13 mg
Calorías	14 - 22 kcal

Fuente: Polanco M. Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl). Revista de Investigación Agraria y Ambiental 2013; 4(2):97-116.

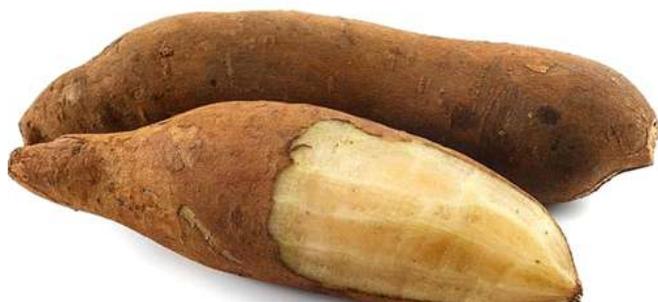


Figura 10.5 *Smallanthus sonchifolius* "Yacón".

#### 10.3.4. ARRACACHA

Esta planta debe ser considerada como un alimento esencialmente energético pues en su composición centesimal (Cuadro1), se destacan los carbohidratos en relación a los demás nutrientes (almidón + azúcares totales) y considerables niveles de minerales como calcio, fósforo, hierro, además de constituir buena fuente de vitamina A y niacina.



*Figura 10.6 Arracacia xanthorrhiza.*

#### 10.3.5. MACA

La composición de la raíz de maca (*Lepidium meyenii* Walp) en polvo deshidratado se puede observar en la tabla 10.4; donde los carbohidratos (54,6 a 60%) están compuestos 23,4% de sacarosa, 1,55% de glucosa, 4,56% de oligosacáridos y 30,4% de polisacáridos.

La raíz de maca es la que mayor contenido en proteínas presenta frente a otras raíces (3,9%). Existen 18 o 19 aminoácidos, resaltando que 7 de ellos son esenciales y su contenido es más alta que en las papas y zanahorias.

Los macaenos y macamidas son ácidos grasos poliinsaturados exclusivos de la maca considerados como marcadores químicos

porque no han sido encontrados en otra especie de *Lepidium* e importantes para suplementos dietéticos. Se ha planteado que estos dos compuestos macaenos y macamidas participan en la mejora del rendimiento sexual.

Tabla 10.4  
Composición nutricional de la maca

Análisis bromatológico de la raíz seca de Maca	
Componentes	Contenido (%)
Proteínas	8,87 - 11,60
Lípidos	1,09 - 2,20
Carbohidratos	54,60 - 60,00
Fibra	8,23 - 9,08
Cenizas	4,90 - 5,00

Fuente: Sifuentes G, León S, Paucar L. Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp.), cultivo andino con propiedades terapéuticas Study of Maca (*Lepidium meyenii* Walp.). *Scientia Agropecuaria* 2015; 6 (2): 131 – 40.



Figura 10.7 *Lepidium meyenii* "Maca".

Los glucosinolatos o heterósidos sulfocianogénéticos son los metabolitos secundarios más importantes en la maca que confieren el sabor picante de la maca, siendo el glucotropaeolin el más abundante. Se ha centrado el interés en los glucosinolatos y sus productos derivados, debido a sus actividades biológicas, en particular propiedades anticancerígenas y capacidad para combatir patógenos.

Se ha determinado la presencia de fitosteroles en la maca, entre ellos  $\beta$ -sitosterol, campesterol y estigmasterol como lo más abundantes. Se han planteado beneficios de los esteroides en maca no sólo como reductor de colesterol en plasma, sino para: prevenir problemas menopáusicos, mejorar las posibilidades de fertilidad, propiedades antiinflamatorias y antioxidantes.

La maca contiene fitoquímicos con la capacidad de reducir el radical peroxinitrito, producida fisiológicamente en la inflamación crónica. Entre los flavonoides presentes en la maca destacan con poder antioxidante tenemos al flavonol y la quercetina.

## Capítulo XI

# LEGUMINOSAS



## 11.1. DEFINICIÓN

El código alimentario español define las legumbres secas como “las semillas secas, limpias y sanas y separadas de las vainas, procedentes de las plantas de las familias de las leguminosas.

Básicamente existen dos grupos de leguminosas. En primer lugar, un grupo rico en proteínas y aceite en donde el contenido proteico se eleva hasta un 30 a 40% y el aceite hasta un 16%; siendo la soya (*Glicine soja*) y chocho (*Lupinus mutabilis*) los principales representantes en este grupo. El otro grupo comprende a las legumbres ricas en proteínas y pobres en aceite, donde el contenido proteico es alrededor de un 20% y el aceite entre 1 a 2%. Ejemplos en este grupo al Frejol (*Phaseolus vulgaris*) Haba (*Vicia faba*) y Garbanzo (*Cicer arietinum*).

Tabla 11.1  
Composición proximal de las principales leguminosas.

Legumbres crudas	Valor energético kcal	Humedad (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)
Frejol	337	12	22	1.6	60.8	4.3	3.6
Haba	340	11.5	23.8	1.5	60.2	6.4	3.1
Garbanzo	364	11.5	18.2	6.2	61.1	3.4	3.0
Soja	398	9.2	33.4	16.4	35.5	5.7	5.5
Chocho	407	7.7	44.3	16.5	28.2	7.1	3.3
Lentejas chicas	339	13	22.6	1	61.0	3.2	2.4
Pallares	331	11.6	20.4	1.2	61.4	3.8	5.4

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

En América Latina se cultivan 15 especies de leguminosas y en el Perú 13 (Tabla 11.2), de las cuales 10 ocupan áreas de siembra significativas. De este grupo el *Phaseolus vulgaris*, *P. Lunatus*, *P. polyanthus*, *P. actifolius* y *P. coccineus*, son especies de origen americano; las demás proceden de otros continentes, la mayoría introducidas por los españoles en el siglo XVI.

Tabla 11.2  
Especies de leguminosas de grano cultivadas en el Perú

Nº	CULTIVO	ESPECIE	ZONA DE PRODUCCION
1	Frijol común	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Costa, sierra y selva
2	Haba	<i>Vicia faba</i> L.	Sierra
3	Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.	Sierra y costa
4	Caupi	<i>Vigna unguiculata</i> L. (Walp)	Costa norte y central; y selva alta
5	Pallar	<i>Phaseolus lunatus</i> L.	Ica, Lima y costa norte
6	Frijol de palo	<i>Cajanus cajan</i> L. (Millsp)	Costa norte
7	Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	Ica y Lambayeque
8	Loctao	<i>Vigna radiata</i> (L) Wilczek	Costa norte
9	Zarandaja	<i>Lablab purpureos</i> (L) Sweet	Costa norte
10	Lenteja	<i>Lens culinaris</i> Medick	Sierra norte
11	Adzuki	<i>Vigna angularis</i> L.	San Martín y Ucayali
12	Canavalia	<i>Canavalia ensiformis</i> (Jacq) DC	Sierra
13	Coccineus	<i>Phaseolus coccineus</i> L.	Ancash

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego. Leguminosas de grano. "Semillas nutritivas para un futuro sostenible" Lima: MINAGRI. 2016.

En el Perú se utiliza el término “menestra”, tomado de la culinaria española y derivado del italiano “minestra” –que significa sopa–, para identificar a los granos y también a las plantas de leguminosas, cuyos granos, se utilizan directamente en la alimentación.

## 11.2. VALOR NUTRICIONAL

### Proteína

Las legumbres son los alimentos de origen vegetal que contienen mayor riqueza en proteína, siendo esta además de un elevado valor biológico (0,73; en referencia a la soya). Por estas razones pertenece al grupo de alimentos proteicos junto con carnes y pescados a los que pueden sustituirlos en la dieta habitual. No obstante, su valor biológico está limitado por el contenido de aminoácidos azufrados, principalmente el aminoácido esencial metionina. Sin embargo, las proteínas de las legumbres son ricas en lisina, aminoácido limitante en los cereales, de ahí que combinarlas en la dieta nos asegura en el global una proteína de gran calidad.

El fraccionamiento de las proteínas presentes en estas semillas, siguiendo criterios de solubilidad en diferentes disolventes, permitió clasificarlas originalmente en globulina (proteínas solubles en disoluciones salinas), albúminas (proteínas solubles en agua), glutelinas (proteínas solubles en ácidos y bases) y prolaminas (proteínas solubles en etanol).

Las globulinas son proteínas de almacenamiento o reserva que representan el 60-70 % de la proteína seminal y cuya separación por centrifugación permite identificar diferentes fracciones según el coeficiente de sedimentación (7S y 11S). Estas proteínas reciben nombres específicos en función de la especie de origen. Así, aquellas proteínas con coeficientes de sedimentación del orden de 7S se denominan vicilina, en las habas y guisantes, conglicina en la soja o

con saraquidina en el cacahuete, mientras que las 11S se denominan legumina en el haba y guisante, glicinina en la soja y araquinina en el cacahuete.

La fracción albúmina, denominada legumelina en las habas y guisantes, y faseolina en las alubias, representa entre el 4% y el 20 % de la proteína, según las especies, y contiene la mayoría de las enzimas e inhibidores enzimáticos de la semilla. Las glutelinas constituyen el 10-20% restante, ya que las prolaminas se encuentran en muy baja proporción.

### **Carbohidratos**

Es reconocido también el contenido de carbohidratos complejos, constituido principalmente por almidón entre 60 - 65%, incluyendo importantes cantidades de fibra dietética, que no se encuentra presente en los alimentos de origen animal.

En las legumbres se encuentran asimismo unos oligosacáridos de cadena corta compuestos de galactosa, glucosa y fructosa, los denominados rafinosa, verbascosa y estaquiosa, los mismos que al ser fermentados por la microflora colónica produciendo sustancias gaseosas (CO<sub>2</sub>, metano) y ácidos grasos de cadena corta (ácido butírico y propiónico). Las sustancias gaseosas son las responsables de la flatulencia, en tanto que el ácido butírico está relacionado con la protección de los colonocitos.

### **Grasa**

Otra ventaja de estos vegetales es su bajo contenido en grasa que oscila entre 1,5 y 5,5%, a excepción del maní (49%) la soja (33%) y el chocho (44%). La grasa que aportan las legumbres es rica en ácidos grasos poliinsaturados, una ventaja adicional frente a la presencia de los ácidos grasos saturados presentes de manera importante en las carnes.

## Vitaminas

Son buenas fuentes del complejo B, en especial tiamina, riboflavina niacina similar que las fuentes proteicas animales. Los garbanzos en especial y las demás legumbres en general son ricas en ácido fólico. Las vitaminas liposolubles A y E pueden encontrarse en cierta cantidad en las semillas oleaginosas.

## Minerales

Las legumbres tienen un contenido significativo de calcio (entre 73 y 143 mg/100g) y como fuentes de hierro las legumbres son excelentes, sin embargo, la absorción del hierro presente en las legumbres es menor por estar en la forma inorgánica (no hemo). No obstante, el aporte de este mineral en las cantidades consumidas habitualmente es importante y su absorción es bastante aceptable en comparación con otras fuentes vegetales. Asimismo, las legumbres constituyen una buena fuente de magnesio. A continuación, se muestra la composición vitamínico mineral de las principales leguminosas en el Perú:

Tabla 11.3  
Composición vitamínico mineral de las leguminosas.

Nombre	Calcio mg	Fosforo mg	Hierro mg	Vitamina A Retinol	Tiamina mg	Riboflavina Mg	Niacina mg	Vitamina C
Frejol	86	247	7.6	trazas	0.5	0.2	2.1	3
Haba	77	374	6.3	trazas	0.5	0.3	2.5	6
Garbanzo	134	324	7.3	0	0.5	0.2	1.7	1
Soja	222	730	11.5	5	0.9	0.3	2.2	-
Chocho	90	545	6.3	trazas	0.3	0.5	2.6	-
Lentejas chicas	73	375	7.6	4	0.2	0.3	2.9	5.5
Pallares	70	318	6.7	3	0.3	0.3	3.2	7.5

Fuente: Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.ª ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.

### 11.3. FACTORES ANTINUTRITIVOS (FAN)

Otro inconveniente significativo es su toxicidad, algunas pueden contener tóxicas del tipo inhibidores de proteasas (inhibidores de enzimas pancreáticas tripsina y quimiotripsina), saponinas (Se le ha descrito hemólisis y alteración de la permeabilización del intestino), Lectinas o hemoaglutininas (aglutinan los glóbulos rojos) y latirógenos (que producen el latirismo una enfermedad neurológica). Igualmente son susceptibles a la contaminación por hongos productores de aflatoxinas, especialmente la harina de soya, de maní, etc.; cuando las condiciones de almacenamiento son inadecuadas. Las aflatoxinas más conocidas son producidas por especies de *Aspergillus*, siendo la más importante la Aflatoxina B1.

Afortunadamente estas toxinas presentes en las leguminosas se destruyen tras tenerlas en agua durante 24 horas, seguida de una prolongada cocción.

En determinadas ocasiones la ingestión de ciertas leguminosas, puede dar lugar a algunas patologías como el favismo y el latirismo. El favismo o anemia hemolítica aguda es una enfermedad más frecuente en los varones que en las mujeres, y más grave en los lactantes y niños pequeños que en las personas adultas. Los síntomas clínicos del favismo son: palidez, cansancio, respiración entrecortada, náuseas, dolores abdominales, fiebre y escalofríos. Los resultados indican que los individuos sensibles tienen disminuidos tanto los niveles de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa como los de glutatión en los eritrocitos, y parece ser que los responsables son la vicina, la convicina, la divicina, el isouramilo y L-dopa presentes en las semillas de *Vicia faba* L.

Otro factor antinutritivo presente en las leguminosas son las *saponinas*, que constituyen un grupo diverso caracterizado por la presencia de un grupo esteroideo o triterpeno, denominado aglicona, unido a una o más moléculas de azúcar. Entre las propiedades

que se les atribuyen, podrían citarse la producción de hemólisis y la alteración de la permeabilización del intestino. Sin embargo, la toxicidad para el ser humano parece ser nula por vía oral y, además, es uno de los FAN asociados con un efecto beneficioso en la hipercolesterolemia y determinados tipos de cáncer.

Los fitatos también están presentes en las leguminosas, estos tienen la capacidad de quelar los iones divalentes  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ,  $\text{Cu}^{++}$  y  $\text{Fe}^{++}$ , formando complejos insolubles que no permiten la absorción de dichos minerales. Estos fitatos también pueden formar complejos con las proteínas disminuyendo la digestibilidad de las mismas.

Los taninos son capaces de unirse a enzimas tripsina, lipasa y amilasa y otras proteínas formando complejos insolubles.

De ahí la importancia de remojar las leguminosas de un día a otro para eliminar estas sustancias, las saponinas presentes en la soya, así como los fitatos y/o taninos en las diversas legumbres para reducir completamente dichas acciones.

#### **11.4. SOYA**

La soya no sólo ha sido objeto de atención por su alto contenido en proteínas y la elevada calidad de la misma, sino también por su potencial papel preventivo y terapéutico en la enfermedad cardiovascular, cáncer, osteoporosis y en el alivio de los síntomas menopáusicos. Por estas razones la soya es considerada como alimento funcional.

La presencia de isoflavonas ha sido relacionada con una posible acción hipocolesterolemiantes y por tanto su participación en la protección de enfermedades cardiovasculares.

También en la posible acción anticancerígena por las isoflavonas tales como genisteína y daidzeína en donde la soya es la única

fuente, y que cuya estructura son similar a la de los esteroides estrógenos, pueden actuar como antiestrógenos, por inhibición competitiva a nivel de receptores de los estrógenos endógenos naturales, como es el 17- $\beta$  estradiol.

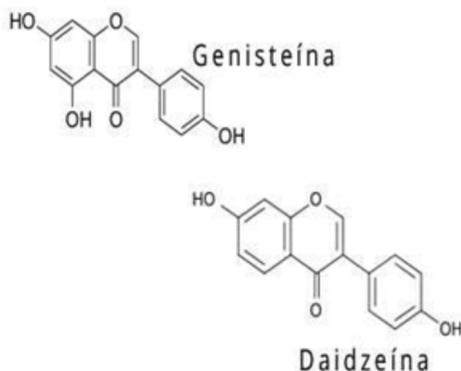


Figura 11.1 Estructura de Genisteína y Daidzeína.

Se ha mostrado que la ingestión de 40 g de proteína aislada de soya al día (90 mg de isoflavonas en total), durante seis meses incrementa significativamente (2%) en el contenido mineral del hueso y la densidad ósea en la columna lumbar de mujeres postmenopausicas, posiblemente se deba a que favorecen la absorción de calcio a nivel del duodeno.

## Capítulo XII

# ACEITES Y GRASAS



Tanto aceites y grasas comestibles tienen como nutriente principal —en algunos casos único— a los lípidos, moléculas orgánicas e insolubles que dejan manchas translúcidas. Son untuosas al tacto. Con alcoholes forman ésteres y con hidróxidos crean sales.

El término *grasa* viene del latín *crassus*, cuyo significado es 'denso', 'gordura'. El término *lípidos* viene del griego *lipos*, que es 'grasa comestible'.

Una distinción entre grasas y aceites es que las primeras son sólidas, ésteres triacilglicérolos con más ácidos grasos saturados que insaturados, incluyéndose en este grupo a la mantequilla, manteca de cerdo, sebo, manteca de cacao o de palma. En tanto que los aceites: son líquidos, ésteres triacilglicérolos con más ácidos grasos insaturados que saturados, obtenidos de semillas oleaginosas, girasol, sésamo, pepita de algodón, soya, ajonjolí, maíz, maní, ajonjolí, colza, coco y fruta oliva.

## 12.1. MANUFACTURA DE GRASAS Y ACEITES

Las grasas provienen de los animales sacrificados, cuyo tejido adiposo se somete a un proceso térmico para romper las células y liberar su contenido. Los aceites vegetales se producen a partir de las semillas oleaginosas, por prensado o con diferentes solventes como el hexano o por una combinación de ambos. En la primera extracción se obtienen grasas y aceites vegetales denominados crudos que contienen impurezas como ácidos grasos libres, proteínas, hidratos de carbono, agua, fosfátidos y otros que contribuyen al olor, sabor, olor inestabilidad, espumado y otras características indeseables. Sin

embargo, hay componentes muy importantes como la vitamina E y la lecitina que durante la refinación se pierden considerablemente. A continuación, se detallan los procesos más importantes de la manufactura de los aceites, y un flujograma del mismo que se muestra en la figura 12.1.

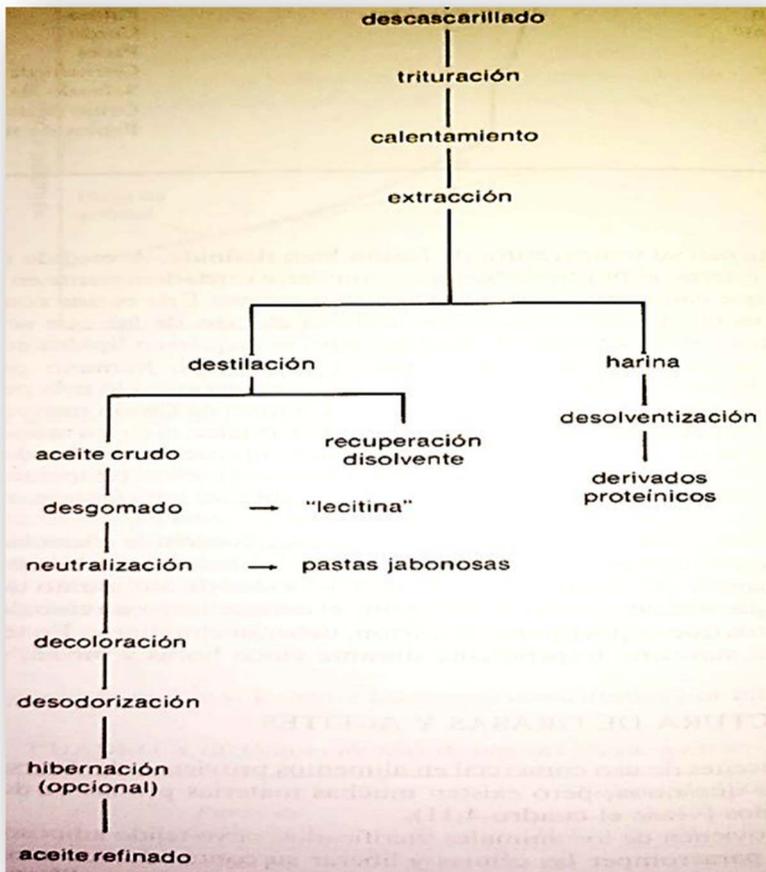


Figura 12.1 Proceso de obtención del aceite.

## **Desgomado**

El proceso consiste en tratar el aceite con agua o vapor, para favorecer la extracción de diversos compuestos hidrosolubles como proteínas, hidratos de carbono y fosfátidos, siendo posible su separación debido al establecimiento de una fase inmisible con el aceite y que contiene dichos compuestos. Se realiza en tanques dotados de un agitador, para incorporar el agua (2-3% v/v) y se calienta la mezcla a 60 - 70 °C. El aceite pasa a una centrifuga de gran velocidad, en la que se separan los fosfátidos, junto con el agua en exceso, del aceite desgomado.

## **Neutralización**

Es el proceso por el cual se eliminan ácidos grasos libres de los aceites, pero también reduce los monoacilglicéridos y fosfátidos que pudieron haber quedado después del desgomado. Los ácidos grasos libres a eliminar proceden de los procesos previos a la refinación como es en el caso de la trituración, debido a que las lipasas de las semillas oleaginosas actúan más fácilmente sobre los triglicéridos, liberándose de esta manera los ácidos grasos.

El método se basa en la saponificación que se lleva a cabo por la adición de hidróxido al 12-15% es la cantidad precisa para que sólo reaccione con los ácidos grasos libres y a una temperatura de 60 - 70°C. Finalmente la pasta jabonosa se separa por centrifugación y se emplea en la fabricación de jabones.

## **Decoloración**

Este tratamiento se les da a los aceites después de haberlos neutralizado para eliminar las sustancias que le imparten un determinado color, aunque en los pasos anteriores también se extraen muchas de ellas. El método más común es la adsorción con agentes adsorbentes son las arcillas neutras, arcillas ácidas activadas o carbón acti-

vado. El aceite y el agente adsorbente se agitan, a temperaturas máximas de 90 °C. La cantidad de adsorbente necesaria depende de la cantidad de color del aceite y del grado de decoloración que se quiera obtener. A veces se utilizan mezclas de tierras y carbón activado (5-10%) para obtener mejores resultados. El aceite decolorado se filtra mediante filtro prensa y la tierra usada se desecha.

### **Desodorización**

Este proceso consiste en llevar al aceite a 150 - 160 °C y hacerle circular una corriente de vapor desaereado que arrastra compuestos indeseables como cetonas o aldehídos de bajo peso molecular y en ocasiones ácidos grasos libres de menos de 12 carbonos que se encuentran en concentraciones bajas del orden de 0,001 a 0,01%. En este punto el aceite queda listo para su comercialización, sin embargo, esto depende de la naturaleza de los triglicéridos que contenga.

### **Hibernación**

Este proceso, también conocido como enfriamiento o “winterizado”, es opcional y es una forma muy especializada de cristalización fraccionada cuya finalidad es eliminar los triglicéridos saturados de punto de fusión alto y evitar que el lípido se enturbie al enfriarse.

## **12.2. GRASAS ANIMALES Y VEGETALES**

A temperatura ambiente, las grasas se presentan sólidas, untuosas al tacto. Dejan zonas translúcidas en el papel. Son margarina, mantequilla para el caso de los animales y la manteca de cacao, de coco y de palma en el caso de los vegetales.

### **Mantequilla**

La mantequilla, aunque es un derivado lácteo, se suele incluir en este grupo por tratarse de un alimento eminentemente graso. Es

una emulsión agua en grasa, que se obtiene por inversión de las fases que constituyen el sistema de emulsión de la leche o de la nata, inversión que se realiza mediante un proceso de batido. La fase acuosa o discontinua suele suponer un 16%, correspondiendo el resto a la fase continua grasa. El elevado porcentaje de lípidos hace que sea un alimento muy energético (749 kcal/100 g); además, aporta cantidades importantes de vitaminas liposolubles, especialmente vitamina A (828 µg/100 g). Su contenido en colesterol suele ser del orden de 230 mg/100 g.

La mantequilla posee, aproximadamente, un 10% de ácidos grasos saturados de cadena corta (C4:0 butírico, C6:0 caproico, C8:0 caprílico y C10:0 cáprico) y un 16% de ácidos grasos de cadena intermedia (C12:0 láurico, C14:0 mirístico), y aproximadamente el 30% de ácidos saturados de cadena larga como el ácido palmítico (en mayor proporción) y el ácido esteárico.

### **Sebo**

Es la grasa de vaca, carnero o cabra, la cual corresponde a tejido subcutáneo, de riñones, estómago y relleno intermuscular. Una res adulta tiene de 8 a 10% de grasa total. El sebo es grasa semisólida, de color blanco cremosa, untuosa, fácilmente separada de las carnes, utilizada para freír diferentes alimentos. Su mayor contenido es triglicéridos de ácidos grasos saturados mirístico, esteárico, palmítico y menor en no saturados oleico y linoleico. La mayor parte de sebo utilizado es para la fabricación de jabones.

### **Grasas vegetales**

Las grasas vegetales se pueden clasificar de la siguiente manera: *Grasas ricas en ácidos láurico y mirístico*: manteca de coco y de las semillas de palma. *Grasas ricas en ácidos palmítico y esteárico*: manteca de cacao, manteca deshea, manteca de Borneo.

### **Manteca de Cacao**

El Codex Alimentarius la define: “Grasa producida de una o más de las siguientes fuentes: granos de cacao, licor de cacao (masa de cacao), torta de cacao y aquella extraída mediante procesos mecánicos y/o por la vía de solventes permitidos, de la torta o polvo de cacao fino”.

La grasa de cacao históricamente es de todas las grasas, la más utilizada e importante en confitería. Es el constituyente natural del chocolate, imposible de imitar por tener una característica muy especial, su punto de fusión que se inicia de 31,2 a 32,7 °C y se completa de 32 a 34 °C. Por debajo de 26 °C, es una grasa dura y brillante, funde rápidamente y por completo a la temperatura corporal. En la boca se deshace, por la posición que ocupan los ácidos grasos en sus triglicéridos. Su composición, es elevada en grasas saturadas (ácido palmítico y ácido esteárico), pero contiene ácido oleico en cantidades no despreciables.

### **Grasa de palmiste**

Es la procedente de las semillas de la palma, su composición en ácidos grasos es muy similar a la de coco, salvo que contiene un mayor porcentaje de ácido oleico. Todas las grasas de origen vegetal son deficitarias en ácido linolénico y debido a su composición con un alto porcentaje en ácidos grasos saturados se deben consumir con moderación.

## **12.3. ACEITES**

Los aceites vegetales obtenidos a partir de semillas oleaginosas son sometidos a refinado completo antes de su utilización. La extracción se realiza con disolventes autorizados tras el debido acondicionamiento de las materias primas, que incluye operaciones de trituración, calentamiento y prensado.

## Clasificación de los aceites

De acuerdo a su composición los aceites vegetales se pueden clasificar en:

*Aceites ricos en ácido palmítico:* aceite de algodón, aceite de germen de cereales, aceite de germen de maíz.

*Aceites pobres en ácido palmítico y ricos en ácido oleico y linoleico:* girasol, soja, cacahuete, colza, mostaza, sésamo, cártamo, linaza, adormidera y nogal.

Los aceites de semillas, a diferencia del aceite de oliva, son especialmente ricos en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) omega-6. Algunos aceites de semillas, especialmente el de colza, poseen cantidades que pueden llegar a ser significativamente elevadas de ácido erúcico (C22:1  $\omega$ -9), cuya toxicidad, fundamentalmente para el miocardio, hace necesario que su contenido sea controlado para su utilización.

Los aceites vegetales en función de su procesamiento se clasifican en:

- a) Aceite crudo: Es el obtenido por procedimientos mecánicos (por prensado) o por procedimientos químicos (extracción con solvente orgánico) que no ha sido sometido a ningún tratamiento.
- b) Aceite virgen: Es obtenido por presión mecánica en frío seguido o no de lavado, filtración y sedimentación. Estos aceites no son comestibles sin previa refinación, excepto el aceite de oliva.
- c) Aceite refinado o deodorizado: Es el tratado por medios físicos y químicos que permiten eliminar los ácidos grasos libres y sustancias mucilaginosas, resinas, albuminas, gomas, etc. Así como olor y sabor desagradable.

- d) Aceite winterizado: Es el aceite refinado y deodorizado que han sido privados de sus glicéridos de alto punto de fusión y que por esta razón no presenta enturbamiento cuando se mantienen 5 h.
- e) Aceite puro: es el aceite virgen, refinado deodorizado o el winterizado proveniente de una sola materia prima.
- f) Aceite compuesto: Es el constituido por la mezcla aceptada por la autoridad sanitaria de aceites puros.

Astiasarán y Martínez brindan una descripción de los principales aceites vegetales utilizados que se indican a continuación.

### **Aceite de algodón**

Presenta, en bruto, un color rojo intenso y un olor característico. Contiene un compuesto fenólico tóxico el gopisol, que se elimina con el refinado, y ácido malvánico que se llega a eliminar con la hidrogenación. Posee triglicéridos con punto de fusión alto que hacen que se enturbie, por cristalización de los mismos, a temperaturas inferiores a 8 °C. Para evitarlo se somete a winterizado.

### **Aceite de germen de maíz**

El aceite de maíz se obtiene del germen que se separa en la obtención del almidón. Es necesario proceder al winterizado para eliminar las ceras. Es un aceite apropiado para obtener margarina y se emplea también para mayonesas y ensaladas. Se utiliza principalmente en Estados Unidos por existir una importante producción.

### **Aceite de girasol**

Es el más utilizado de los aceites de semillas en Europa, y en concreto en España. Se emplea tanto en la mesa como en frituras. En los últimos años han aparecido aceites de girasol procedentes de variedades de semillas especialmente ricas en ácido oleico.

### **Aceite de soja**

Además de su riqueza en ácidos oleicos y linoleico, contiene cantidades significativas de ácido linolénico. Ocupa actualmente el primer lugar en la producción mundial de aceites vegetales comestibles. Los principales países productores son Estados Unidos, Brasil y China. El aceite de soja refinado tiene color amarillo claro y sabor suave. Contiene pequeñas cantidades de ácidos grasos furánicos ramificados que se oxidan fácilmente a compuestos de aroma intenso (sabor a reversión). Las semillas de soja resultan especialmente interesantes ya que, además del aceite, proporcionan una torta proteica de la que se obtienen los aislados y concentrados de soja.

### **Aceite de cacahuete**

Es, junto con el de maíz, uno de los aceites de mayor importancia económica. Aunque, su composición varía en relación con el país donde se produce, es característico su contenido en ácidos aráquico, behénico y lignocérico, cuyos glicéridos cristalizan fácilmente por debajo de 8 °C. Posee una gran estabilidad al calor. Mezclado con cacahuets tostados y molidos forma la manteca de cacahuete.

### **Aceite de colza**

Al igual que el aceite de soja, aporta cantidades significativas de ácido linolénico. Suele ser rico en ácido erúxico, aunque hay variedades sin este ácido o con muy poco (colza O). Además, presenta pequeñas cantidades de compuestos azufrados volátiles que se eliminan con el refinado.

### **Aceite de sésamo**

Es de color muy claro y se conserva bien, ya que además de altas cantidades de tocoferoles contiene otro antioxidante fenólico que se forma por hidrólisis de la sesamolina.

### **Aceite de linaza**

Su elevado contenido en ácido linolénico lo hace muy susceptible a la autooxidación, que da lugar a productos amargos. Además, la autooxidación conduce a su secado rápido debido a la formación de polímeros, que lo hace idóneo para ser empleado en la fabricación de pinturas, lacas, linóleo, etc.

### **Aceite de oliva**

El aceite de oliva forma parte, junto con el pescado y los vegetales, de la llamada dieta mediterránea, y contribuye de forma significativa a los efectos positivos que sobre la salud se reconoce en la actualidad a dicha dieta.

Su composición en ácidos grasos, sustancialmente diferente al resto de los aceites vegetales, hace que hoy día sea considerado como el más idóneo para la salud. Su ácido graso predominante es el ácido oleico, ácido graso monoinsaturado que puede llegar a suponer en algunas variedades hasta un 83% del total de ácidos grasos. Aporta además cantidades significativas de ácidos grasos esenciales linoleico y linolénico.

A diferencia de los aceites de semillas, puede ser consumido sin haber sido sometido a un proceso de refinado (aceite virgen), aunque a veces éste sea necesario para eliminar componentes que proporcionen características organolépticas indeseables (p. ej., excesiva acidez).

La ventaja del aceite de oliva sin refinar radica en que mantiene intacta su fracción no saponificable. El aceite de oliva virgen aporta, por consiguiente, las vitaminas E, A, D y K, presentes en la fracción lipídica y otros compuestos esteroides como el  $\beta$ -sitosterol. Dentro de los aceites comestibles es, sin duda, el que más vitamina E (tocoferoles) aporta. Esta presencia de antioxidantes naturales (tocoferoles) le proporciona estabilidad frente a la oxidación. A esa estabilidad

contribuye también el menor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados en relación con otros aceites vegetales.

Los aspectos sensitivos y culinarios del aceite de oliva son también dignos de mención. El aceite de oliva virgen posee un extraordinario olor y sabor, que lo hacen especialmente idóneo para ser empleado en crudo. Su color, más o menos verde, depende de la concentración de pigmentos clorofílicos, que suelen ser eliminados con el refinado. Durante los procesos de calentamiento resulta menos dañado que el resto de los aceites. El bajo porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados le confiere menor reactividad frente al calor. Al freír, el aceite de oliva forma una capa más fina y consistente alrededor del producto frito, que impide que se absorba más aceite, con el consiguiente menor aporte energético, y que permite retener los jugos del alimento

### **Tipos de aceites de oliva**

*Aceite de oliva virgen:* aceite obtenido del fruto del olivo únicamente por procedimientos mecánicos o por medios físicos, en unas condiciones de temperatura que no produzcan la alteración del aceite, y que no haya tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado.

Los aceites de oliva virgen se dividen a su vez en diferentes categorías en función de su grado de acidez:

*Aceite de oliva virgen extra:* aceite de oliva de características organolépticas idóneas, cuya acidez no supera 1° (g ácido oleico/100 g aceite).

*Aceite de oliva virgen:* aceite de oliva de características organolépticas idóneas, cuya acidez no supera 2° (g ácido oleico/100 g aceite).

*Aceite de oliva virgen corriente:* aceite de oliva virgen de buen gusto, cuya acidez no podrá ser superior a 3,3° (g ácido oleico/100 g aceite).

*Aceite de oliva virgen lampante*: aceite de oliva virgen de gusto defectuoso o cuya acidez sea superior a 3,3°.

*Aceite de oliva refinado*: aceite de oliva obtenido del aceite de oliva virgen mediante técnicas de refinado que no provoquen modificaciones de la estructura glicerídica inicial.

*Aceite de oliva (aceite puro de oliva)*: aceite constituido por una mezcla de aceite de oliva virgen apto para el consumo en la forma en que se obtiene y de aceite de oliva refinado.

*Aceite de orujo*: procedente de la pasta del prensado o centrifugado de la aceituna, de la que se extrae su aceite con disolventes. Tiene que ser refinado para ser apto para el consumo humano.

## 12.4. GRASAS MODIFICADAS

### Margarina

Emulsión de agua en grasa. Es un sustituto de la mantequilla, inventado por el farmacéutico francés Hippolyte Mège-Mouriés, en 1869, quien por encargo de Napoleón III, preparó una crema más económica que la mantequilla a partir de sebo de vacuno o carnero que, fundido y mezclado con agua, daba oleomargarina. El nombre de *margarina* fue debido al ácido margárico, de 17 carbonos presente en el sebo. En 1930, se hidrogenan los aceites vegetales de girasol y de maíz, logrando obtener la propiedad de solidificación para tener margarina. También se prepara con aceites de coco y palma. Hay mixtas, es decir, manteca sebo más aceites marinos o aceites vegetales.

Los ácidos grasos trans o grasas trans se encuentran principalmente en alimentos industrializados que han sido sometidos a hidrogenación como margarina o al horneado de pasteles, entre otros, los cuales en su consumo excesivo está relacionado con un mayor riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares.

Durante el proceso de hidrogenación se produce la modificación de la configuración geométrica presente en los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados presentes en los triglicéridos de los aceites vegetales desde una configuración en cis a la forma trans. Los grupos semejantes o idénticos que en este caso son los hidrógenos, se encuentran en el lado opuesto de un doble enlace.

## 12.5. FRITURA

Una de las principales aplicaciones de las grasas comestibles es su utilización para freír alimentos. Durante la fritura se puede producir una absorción del aceite por parte del alimento y un intercambio de compuestos lipídicos entre el alimento y el baño de fritura (aceite). La intensidad de estos fenómenos dependerá de la naturaleza del alimento y del aceite, así como del tipo de tratamiento al que sean sometidos.

Para evaluar la estabilidad térmica de las grasas de fritura, se determina, además del contenido en ácidos grasos oxidados insolubles en éter de petróleo, el llamado «punto de humo». El «punto de humo» se define como la temperatura a la cual una grasa se descompone con emisión de humo cuando se calienta en presencia del aire. En general, se encuentra en la zona de 200-230 °C, pero va disminuyendo a medida que se forman productos de descomposición.

Los principales cambios químicos que se observan en los aceites calentados son:

**Hidrólisis:** Descomposición de los triglicéridos (TG), en contacto con humedad o agua, dando lugar a diacilglicéridos (DAG), monoacilglicéridos (MAG) y ácidos grasos libres. Los ácidos grasos de cadena corta o media (< 16 °C) son más volátiles y algunos pueden producir olores y sabores indeseables, en especial el ácido láurico. Por ello, hay que tener especial cuidado con aceites como los de coco o palma, ricos en este ácido graso.

La presencia de ácidos grasos libres provoca aumento de la acidez, aumento de la sensibilidad a la oxidación de los ácidos grasos, modificaciones del flavor, y alteraciones en las propiedades funcionales. Es importante indicar que este proceso de lipólisis por acción enzimática de lipasas (liberación de ácidos grasos produciendo enranciamiento, ver figura 12.2) Ejemplo en la leche, quesos, en los aceites vegetales (se liberan ácidos grasos y deben ser determinados por el Índice de acidez). Así mismo las lipasas pueden ser del propio alimento o de microorganismos.

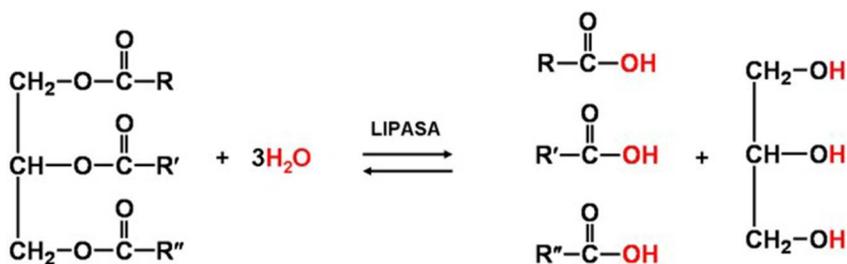


Figura 12.2 Rancidez hidrolítica de los lípidos.

Durante el proceso de fritura, a temperaturas de 180-185 °C, la hidrólisis tiene poca importancia porque la humedad se elimina en forma de vapor. La aparición de ácidos grasos libres provoca una mayor tendencia a la formación de humo.

**Autooxidación:** Las reacciones de oxidación no enzimática se ven favorecidas por las altas temperaturas, además de por otros factores como la presencia de oxígeno, la incidencia de luz y la presencia de sustancias extrañas. Las grasas que han sufrido un proceso de oxidación tienden a oscurecerse, aumentan la viscosidad, incrementan la formación de espuma, y desarrollan gustos y olores anómalos.

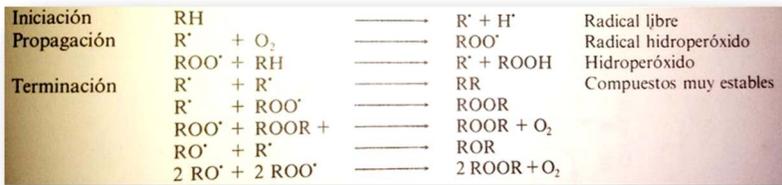


Figura 12.3 Autooxidación de las grasas propuesto por Badui.

Polimerización: Los radicales libres formados en las reacciones anteriores tienden a combinarse entre ellos o con otros ácidos grasos, y dan lugar a polímeros que forman, en la superficie del aceite y en los laterales de la freidora, una capa muy adherente, difícil de eliminar y de consistencia plástica. Desde el punto de vista nutritivo, los polímeros de alto peso molecular no se pueden digerir. Muchas de estas sustancias están reconocidas como tóxicas o potencialmente cancerígenas.

Para evitar al máximo la alteración de los aceites durante la fritura y, por tanto, la repercusión negativa sobre los aspectos nutritivos y toxicológicos de los alimentos fritos, conviene tener en cuenta las siguientes medidas:

- El alimento debe tener su superficie lo más seca posible, ya que la humedad favorece la hidrólisis y la formación de espuma, con la consiguiente aceleración de la oxidación.
- La superficie de contacto aceite/aire debe de ser la mínima posible, para reducir los procesos oxidativos.
- No deben de existir trazas de metales, que actúan como catalizadores acelerando las reacciones de degradación.
- Conviene filtrar para eliminar los restos de alimentos que disminuyen el punto de humo.
- Se debe emplear la mínima cantidad de aceite posible, para que sea la menor cantidad de aceite la que soporte la alta temperatura.

## 12.6. ALTERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS GRASAS COMESTIBLES

Las grasas y aceites son vulnerables a la degradación por diferentes causas como la acción de la luz, del oxígeno, de trazas de metales, calor, absorción de olores, enzimas propios o de microorganismos dando lugar a la rancidez o el enranciamiento.

La rancidez hidrolítica consiste en la reacción de las grasas con agua, catalizada con calor y enzimas (lipasas), se liberan ácidos grasos libres y se producen olores y sabores desagradables junto con cambios de la coloración. Constituye un problema en las grasas destinadas a las frituras.

En el enranciamiento oxidativo, la grasa (principalmente los ácidos grasos insaturados) se descompone en compuestos con cadenas más cortas como ácidos grasos, aldehídos y cetonas que son volátiles y contribuyen al olor desagradable de las grasas rancias.

Para prevenir estas alteraciones las grasas y aceites se deben almacenar en lugares oscuros, no calientes (controlando los cambios de temperatura y luz), en envases cerrados (con el fin de disminuir la disponibilidad de oxígeno y absorción de olores extraños) y coloreados (menor efecto de la luz). Otro factor a tener en cuenta durante el almacenamiento es el mantenerlas separadas de los metales que podrían catalizar la reacción y cualquier utensilio de cocinado que se utilice debe estar libre de cobre y hierro. Ciertas enzimas como lipoxigenasas deberían inactivarse.

Los antioxidantes naturales, como los tocoferoles, presentes de forma abundante en los aceites vegetales sin refinar y, dependiendo de la alimentación, en las grasas animales, pueden impedir las reacciones de oxidación. En su defecto, será necesario añadir aditivos antioxidantes para conservarlos (Tocoferoles E306-309, Butilhidroxianisol BHA E320, Butilhidroxitolueno BHT E321, Galatos E310-312).

## 12.7. EL ACEITE DE OLIVA Y SUS PROPIEDADES FUNCIONALES

El aceite de oliva, forma parte de la dieta mediterránea, debido a su riqueza en ácido oleico, un ácido graso  $\omega$ -9 se le ha relacionado con la reducción de los niveles plasmáticos de colesterol LDL, lipoproteínas que promueven la arterioesclerosis y de enfermedades coronarias. De esta manera el aceite de oliva proporciona beneficios para la circulación sanguínea. Así mismo dietas ricas en ácidos grasos monoinsaturados favorecen la formación de compuestos con antiagregante y vasodilatadora. Además, el virgen extra es rico en vitaminas A, D, K y especialmente en E. Por ello por su contenido en Vitamina A en la piel tiene un efecto protector y tónico de la epidermis, así mismo, en el sistema óseo estimula el crecimiento y favorece la absorción del calcio y la mineralización por su contenido en vitamina D.

El aceite de oliva contiene un componente denominado oleuropeina, potencia la formación de osteoblastos (células que forman hueso) a partir de las células madre de la médula ósea, disminuyendo la de adipocitos (células grasas), lo que podría impedir la pérdida ósea asociada al envejecimiento.

Así mismo este componente por tener estructura de un compuesto fenólico tiene la capacidad de evitar la oxidación de las partículas de LDL, de esta manera contrarresta el inicio de la formación de placas de ateroma, así como un posible efecto de vasodilatador de las arterias coronarias.

La oleuropeina se encuentra tanto en las hojas del olivo, como en su fruto y también está presente en el aceite de oliva virgen. La cantidad de este polifenol en aceitunas y aceite puede variar, dependiendo de la maduración de la aceituna, o el subtipo de ésta.

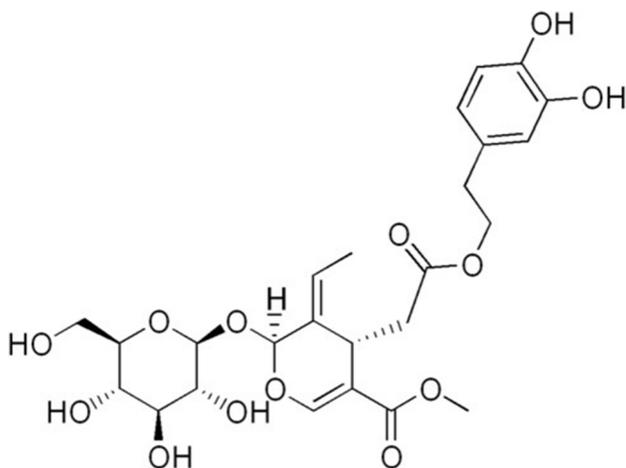


Figura 12.4 Estructura de la oleuropeina.

El **oleocantal** es un compuesto orgánico natural aislado del aceite de oliva extra virgen. Es el responsable del sabor ligeramente picante de este tipo de aceite. A este compuesto se le ha relacionado con propiedades antiinflamatorias, debido a su capacidad de inhibir a la COX, contribuyendo con el alivio de un determinado dolor.

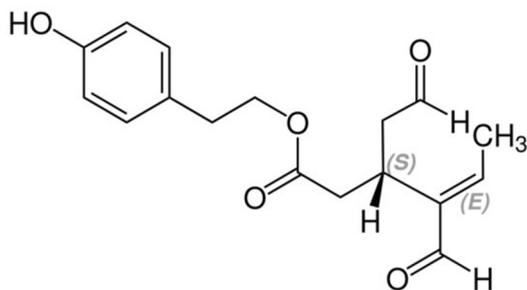


Figura 12.5 Estructura del oleocantal.

## Bibliografía

- Álvarez B, Alonso J. Hiperuricemia y gota: el papel de la dieta. *Nutr Hosp.* 2014; 29(4):760-770.
- Astiasarán I, Martínez J. Alimentos: composición y propiedades. Madrid: McGraw-Hill; 2000.
- Obregon S. Estudio del contenido y valor nutracéutico de los glucosinolatos y otros compuestos presentes en nabizas y grelos (*Brassica rapa* L. var. *rapa*) cultivados en el sur de España [Tesis Doctoral]. Córdoba (Argentina): Universidad de Córdoba; 2016. 256 p.
- Schmidt-Hebbel H. Tóxicos químicos en alimentos Avances en su identificación, previsión y desintoxicación. Santiago de Chile: Ed. Universitaria; 1986.
- Badui S. Química de los alimentos. Ciudad de México: Pearson Educación, 1999.
- Baenas N, Moreno D, Garcia C. Estudio de la bioactividad in vitro e in vivo de brotes de brócoli ricos en glucosinolatos/isotiocianatos. *Nereis. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación.* 2018; 10(1):69-78.
- Bello J. Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos. Madrid: Díaz de Santos; 2000.
- Beltrán B, Cuadrado C, Moreiras O, Ávila J, Cerdeño A, Ruiz A. La carne de vacuno en la alimentación humana. Madrid: Fundación Española de la Nutrición.

- Blanco T, Alvarado-Ortiz C. Alimentos Bromatología. Lima: Fundación Ajinomoto; 2003.
- Carrero J, Martín E, Baró L, Fonollá J, Jimenez J, Boza J, et al. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutr. Hosp.* 2005; 20 (1): 63-69.
- Carvajal G. Valor nutricional de la carne de: res, cerdo y pollo corporación de fomento ganadero. San José Costa Rica: 2001.
- Díaz J, Vera C. Bases moleculares de los derivados metabólicos de ácidos omega -3 en el proceso antiinflamatorio. *UCV – Scientia.* 2012; 4(2):175-83.
- Dirección General de Salud Ambiental. Guía para la comercialización segura de alimentos en bodegas. Lima: MINSA; 2006.
- Durán S. Cordón K. Rodríguez M. Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. *Rev Chil Nutr.* 2013; 40(3): 309-14.
- Dussaillant C. Consumo de huevo y enfermedad cardiovascular: una revisión de la literatura científica. *Nutr. Hosp.* 2017; 34 (3): 710-8.
- Encalada J. Determinación de la máxima retención del color verde de espárragos (*Asparagus officinalis* L.) en conservas durante el tratamiento térmico. [Tesis]. Piura: Universidad Nacional de Piura; 2015.
- Fundación Española de la Nutrición. Ingestas dietéticas y fuentes de zinc, selenio y vitaminas A, E y C en población española: resultados del estudio científico Madrid: ANIBES; 2017.
- Gil A. Tratado de Nutrición. Tomo II: Composición y Calidad Nutritiva. 2ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010.
- González M. Frutos secos. *OFFARM* 2008; 27(5):100-7.
- Govari M, Pexara A. Nitritos y nitratos en productos cárnicos. *J Hellenic Vet. Med. Soc.* 2015; 66(3):127-40.
- Goyoaga C. Estudio de factores no nutritivos en “Vicia faba L.” Influencia de la germinación sobre su valor nutritivo [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2005. 271p.
- Grobas S, Mateos G. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. En XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 1996. p 1-25.

- Hemarajata P, Versalovic J. Effects of Probiotics on gut microbiota: Mechanisms of intestinal immunomodulation and neuromodulation. *Therap Adv Gastroenterol*, 2013; 6;39-51.
- Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8.<sup>a</sup> ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009.
- Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10.<sup>ma</sup> ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2017.
- López J. Alimentos para el siglo XXI. Murcia (España): Fundación Universitaria San Antonio, 2004.
- López R, Ureña J. Propiedades antioxidantes de los frutos secos y la disminución del colesterol total y LDL- colesterol. *Rev Costarr Salud Pública* 2012; 21(2): 87-91.
- López V. Composición química de los alimentos. México DF: Red Tercer Milenio; 2012.
- Maldonado J, Salas M. Estudio de la cadena agroproductiva de la alcachofa (*Cynara scolymus*) y diseño de una planta para productos y subproductos. [Tesis]. Universidad de las Américas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias; 2014.
- Martínez-Domínguez B, Ibáñez-Gómez MB, Rincón-León F. 2002. Ácido fólico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 52(3):219-231.
- Martínez J, Gómez C, García J, Negro A, Aguirre R. Nutrición y Salud. El pescado en la dieta. Madrid: Nueva Imprenta S.A; 2005.
- Manrique D, González M. Ácidos grasos de cadena corta (ácido butírico) y patologías intestinales. *Nutr. Hosp.* 2017; 34 (Supl.4): 58-61.
- Marcos J. Síntesis de Esteroides de alta actividad. [Tesis de Doctorado]. Salamanca: Universidad de Salamanca; 2010.
- Martínez J, De Arpe C, Urrialde R, Fontecha J, Murcia A, Gomez C, et al. Nutrición y salud. Nuevos alimentos para nuevas necesidades. Madrid: Nueva Imprenta S.A; 2003.
- Mataix J. Nutrición y Alimentación Humana. Barcelona: Oceano/Ergon. 2005.

- Ministerio de Agricultura y Riego. Leguminosas de grano. "Semillas nutritivas para un futuro sostenible" Lima: GALU GRAF; 2016.
- Moreno D, García C. El brócoli fuente de ingredientes funcionales: glucosinolatos. Alimentación, nutrición y salud. 2008; 15(2): 49-53 Available from: [https://www.researchgate.net/publication/28227811\\_El\\_brocoli\\_fuente\\_de\\_ingredientes\\_funcionales\\_glucosinolatos](https://www.researchgate.net/publication/28227811_El_brocoli_fuente_de_ingredientes_funcionales_glucosinolatos) [accessed Mar 31 2019].
- Mota E, Perales E. Los mecanismos de absorción de calcio y los modificadores de absorción con base para la elaboración de una dieta de bajo costo para pacientes osteoporóticas. Gac Méd Méx. 2019; 135(3):291-304.
- Ministerio de agricultura. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Lima: Dirección General de la promoción agraria; 2005.
- Muñoz M. Composición y aportes nutricionales de la papa. Revista Agrícola 2014; 14(137):36-7
- Muñoz A, Blanco T, Serván K, Alvarado-Ortiz C. Evaluación del contenido nutricional del yacón (*Polimnia sonchifolia*) procedente de sus principales zonas de producción nacional. Rev Horizonte Méd. 2006;6(2): 69-73.
- Pérez F, Martínez C, Carbajal A, Zamora S. Conociendo los alimentos. En: Kelloggs España. Manual Práctico de Nutrición y Salud. Madrid: Exlibris; 2012. p. 50-64.
- Pinazo M, Bosca L. Propiedades antiinflamatorias de los ácidos grasos poliinsaturados omega-3. Indicaciones en oftalmología. Arch Soc Esp Oftalmol. 2012; 87(7): 203-5.
- Polanco M. Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl). Revista de Investigación Agraria y Ambiental 2013; 4(2): 97-116.
- Ramírez G. Introducción a la Bromatología y nociones de Nutrición [Internet]. Colombia: Universidad de Antioquía. [citado 07 Abril 2019]. Disponible en: [http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/44543/mod\\_resource/content/0/Notas\\_de\\_Nutricion\\_2008.pdf](http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/44543/mod_resource/content/0/Notas_de_Nutricion_2008.pdf)

- Rangel C, De La Rosa L. Proteínas en frutos secos: algo más que alérgenos. *Acta universitaria*. 2013;23(5):3-9.
- Robles N. Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en el contenido de vitamina C y capacidad antioxidante en zumo de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol). [Tesis]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano;2016.
- Salas J. Efecto del consumo de frutos secos sobre el balance calórico y diferentes factores de riesgo cardiovascular. Tesis Doctoral. *Universitat Rovira i Virgili*;2010.
- Sánchez S, Genta S. Yacon: un potencial producto natural para el tratamiento de la diabetes. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. *Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromaticas* 2007; 6 (5):162-164.
- Schmidt H. Carne y productos cárnicos, su tecnología y análisis. Santiago de Chile: *Universitaria*;1984.
- Sifuentes G, León S, Paucar L. Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp.), cultivo andino con propiedades terapéuticas *Study of Maca (Lepidium meyenii* Walp.). *Scientia Agropecuaria* 2015; 6 (2): 131-40.
- Slavin J, Atalah E, Rivera J, Uauy J, Vannucchi H. (2009). *Los Cereales Integrales y la salud*. Estados Unidos: Universidad de Minnesota, 2009. Disponible en: [http://www.nutricion.sochipe.cl/subidos/catalogo3/cereales\\_integrales\\_y\\_salud.pdf](http://www.nutricion.sochipe.cl/subidos/catalogo3/cereales_integrales_y_salud.pdf)
- Toxqui L, De Piero A, Courtis V, Bastida S, Sánchez F, Vaquero M. Deficiencia y sobrecarga de hierro; implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutr Hosp*. 2010; 25(3):350-365.
- Vallejo J, Peral D, Carrasco M. Las especies del género *Alium* con interés medicinal en Extremadura. *Medicina Naturista*. 2008; 2(1):2-6.
- Varela G, Beltran B, Cuadrado C, Moreiras O, Avila J, Cerdeño A, et al. *La carne de vacuno en la alimentación humana*. Madrid: *Fundación Española de la Nutrición*;2001.
- Vega K. Obtención de bromelina a partir de residuos del procesamiento de piña. Tesis de Ingeniero Agroindustrial. Ecuador: *Escuela Politecnica*. 2017.

Waliszewski KN, Blasco G. Propiedades nutraceuticas del licopeno. Salud Pública de México. 2010; 52(3):254-65.

Yanchapanta D. Obtención de un colorante natural la betalaina a partir de la remolacha (beta vulgaris) para su aplicación en alimentos y bebidas, sin que sus propiedades organolépticas (sabor y olor) afecten su utilidad. [Internet] Ambato (Ecuador): Universidad Técnica de Ambato; 2011. [citado 07 Abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1764/1/SBQ17%20Ref.3401.pdf>

# Anexos

## ANEXO 1: Glosario de términos

**Ácido graso:** Es un ácido carboxílico de cadena hidrocarbonada presente en grasas animales y aceites vegetales, componente de los fosfolípidos y glucolípidos de membrana.

**Ácido graso saturado:** Ácido graso que contiene cadena hidrocarbonada de enlaces simples carbono - carbono.

**Ácidos graso insaturado:** ácido graso que contiene uno o más dobles enlaces carbono - carbono.

**Ácidos grasos esenciales:** ácidos grasos poliinsaturados necesarios en la dieta, producidos por los vegetales y peces pero no por el hombre.

**Aflatoxinas:** Son un tipo de toxinas producidas por ciertos hongos en cultivos agrícolas como el maíz, el maní o cacahuates, la semilla de algodón y los frutos secos (de cáscara dura como las nueces).

**Aminoácidos esenciales:** Aminoácidos indispensables para sintetizar las proteínas que cubren los requerimientos metabólicos y hay que recibirlos en la dieta. Son fenilalanina, treonina, triptófano, lisina, leucina, isoleucina, metionina, valina.

**Aminoácido limitante:** El más deficiente de los aminoácidos esenciales de una proteína.

**Anfipático:** Relativo a una molécula que posee dos extremos con características diferentes, como puede ser un detergente, que tiene un extremo polar (hidrofílico) y un extremo no polar (hidrofóbico), pero cuya longitud es suficiente como para que cada uno de los extremos manifieste sus propias características de solubilidad.

**Antioxidante:** Es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas por radicales libres.

**ARN polimerasa:** Son un conjunto de proteínas con carácter enzimático capaces de emplear los ribonucleótidos para sintetizar ARN a partir de una secuencia de ADN que sirve como patrón o molde.

**Bromelina:** Es una enzima compleja que digiere proteínas (proteolíticas) y se encuentra en la piña (*Ananas comosus*).

**Canal:** Es el cuerpo del animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza ni extremidades.

**Carbono anomérico:** Hace referencia al carbono carbonílico (C=O del aldehído o cetona) que se transforma en un nuevo centro quiral tras una ciclación hemiacetal o hemiacetal de un monosacárido que determina dos posiciones diferentes para el grupo hidroxilo:  $\alpha$ , o  $\beta$ , según sea su orientación bajo o sobre el plano, en la estructura cíclica del monosacárido.

**Carotenoides:** Pigmentos fotosintéticos liposolubles formado por unidades de isopreno y que están presentes en frutas y verduras.

**Centro quiral:** Carbono unido a cuatro grupos químicos diferentes.

**Charcutería:** Es aquella carnicería especializada en la comercialización de los productos de la carne de cerdo y sus subproductos: fiambres y embutidos.

**Cicloxiogenasa:** Es una enzima que permite al organismo producir unas sustancias llamadas prostaglandinas a partir del ácido araquidónico. También es denominado prostaglandina-endoperoxido sintasa.

**Citocromos:** Grupo de hemoproteínas de transporte de electrones presentes en la cadena respiratoria.

**Citoquinas (o citocinas):** Son un grupo de proteínas de bajo peso molecular que actúan mediando interacciones complejas entre células de linfoides, células inflamatorias y células hematopoyéticas.

**Cofactor:** Ión inorgánico o molécula orgánica necesario para la actividad enzimática.

**Coloide:** Mezcla de sustancias que se encuentra entre las soluciones y las suspensiones y cuyas partículas tienen un tamaño entre los 10 y 100 nanómetros.

**Compuestos fenólicos:** Son metabolitos secundarios de las plantas que poseen en su estructura al menos un anillo aromático al que está unido uno o más grupos hidroxilo. Los compuestos fenólicos se clasifican como ácidos fenólicos, flavonoides y taninos.

**Digestibilidad:** Se define como una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la proporción de nutrientes disponibles para su absorción de ese alimento.

**Diverticulosis:** Son bolsas abultadas y pequeñas que se pueden formar en el revestimiento de tu sistema digestivo. Por lo general, se encuentran en la parte inferior del intestino grueso (colon).

**Enranciamiento:** Es un proceso por el cual un alimento con alto contenido en grasas o aceites se altera con el tiempo adquiriendo un sabor desagradable.

**Enzimas:** son moléculas orgánicas que actúan como catalizadores de reacciones químicas, es decir, aceleran la velocidad de reacción. Comúnmente son de naturaleza proteica.

**Etileno:** El etileno o eteno es un compuesto químico orgánico formado por dos átomos de carbonos enlazados mediante un doble enlace, incoloro, de sabor dulce y olor agradable que se emplea en síntesis químicas y para madurar los frutos en conserva.

**Fibra alimentaria:** Parte comestible de las plantas, constituidos por carbohidratos complejos que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado humano y que experimenta una fermentación parcial o total en el intestino grueso.

**Flatulencia:** Combinación de gases generados por trastornos digestivos, producidos cuando las bacterias en el intestino se nutren por porciones no absorbidas de ciertos alimentos.

**Frutas climatéricas:** Son las que pueden seguir madurando una vez recolectadas. Es el caso de las manzanas, peras o plátanos.

**Fitosterol:** Son esteroides de plantas con una estructura similar a la del colesterol. Los fitosteroides más frecuentes son:  $\beta$ -sitosterol, campesterol y estigmasterol. Están ampliamente distribuidos en los alimentos, siendo las nueces y aceites vegetales fuentes importantes de estas sustancias

**Glucoproteína:** Proteína unida a un grupo glucídico.

**Glucosinolatos:** Son los precursores de los isotiocianatos. Los isotiocianatos son los responsables del sabor y olor característico de las crucíferas.

**Glutacion peroxidasa:** Es una enzima selenio (Se) dependiente que cataliza la reducción del peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) o lipoperóxido (L-OOH), utilizando como agente reductor el glutatión reducido (GSH).

**Gluten:** Es un grupo de proteínas de pequeño tamaño (gluteninas y gliadinas) que se encuentran en el trigo y todas sus variantes.

**Gota:** Es una enfermedad producida por una acumulación de cristales de urato monosódico (sal derivada del ácido úrico) en distintas partes del cuerpo, sobre todo en las articulaciones, tejidos blandos y riñones.

**Hemoproteínas:** Son aquellas proteínas que contienen un grupo prostético hemo, con enlaces covalentes o no covalentes con la proteína misma. El hierro en el hemo es capaz de producir oxidación y reducción (usualmente los compuestos a +2 y +3).

**Hipogonadismo:** Es un trastorno en que los testículos u ovarios no son funcionales o hay incapacidad genética del hipotálamo para secretar cantidades normales de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH).

**Homocisteína:** Es un aminoácido sulfurado que se origina en el metabolismo de la metionina, es una molécula muy agresiva para el endotelio arterial.

**Isoflavonas:** Compuestos químicos derivados de los fenoles heterocíclicos, los cuales tienen una estructura cerrada muy similar a la estructura de los estrógenos.

**Isoforma:** Es una de las distintas formas de la misma proteína. Las distintas formas de una proteína podrían ser generadas por genes relacionados, o podrían generarse por el mismo gen a través del proceso de splicing alternativo.

**Isopreno:** Hidrocarburo 2 - metil-1,3-butadieno, unidad estructural repetitiva de las biomoléculas terpenoides.

**Isotiocianatos:** Fitoquímicos que se encuentran en las crucíferas (coliflor, brócoli, repollo, rábano picante, repollitos de bruselas). Son un tipo de compuestos azufrados y participan en la eliminación de toxinas y refuerzan las defensas antioxidantes de las células.

**Lecitina:** Es un fosfolípido denominado fosfatidilcolina, constituyente en las membranas celulares y en alimentos es utilizado como emulsificante.

**Leucotrienos:** son moléculas derivadas del ácido araquidónico por la acción oxidativa de la 5-lipooxigenasa. Deben su nombre al hecho de que se aislaron originalmente a partir de los leucocitos (finales de los años 1970) y a que contienen cuatro enlaces dobles conjugados en su estructura hidrocarbonada.

**Luteína.** La luteína es un pigmento de la familia de los carotenoides, aporta color amarillo a los alimentos con propiedad antioxidante.

**Metabolito:** Intermedio químico de las reacciones metabólicas, catalizadas por enzimas.

**Metabolismo:** Modificaciones que sufre una sustancia desde su entrada en el interior de un organismo hasta su transformación final catalizada por enzimas en las células vivas.

**Nitrosaminas:** Son compuestos cancerígenos presentes en los alimentos que se forman a partir de los nitritos, durante la cocción, curado o salazón de las carnes.

**Pardeamiento enzimático:** Proceso relacionado con la actividad de la enzima polifenol oxidasa que cataliza la oxidación a diferentes compuestos fenólicos, con la consecuente transformación a pigmentos oscuros no deseables para la calidad industrial.

**Pardeamiento no enzimático:** Es un proceso que también produce la pigmentación marrón de los alimentos, pero sin la actividad de enzimas. Las dos formas de pardeamiento no enzimático son la caramelización y la reacción de Maillard.

**Proteínas miofibrilares (carne):** son las que conforman estructuralmente el músculo, es la fracción más abundante ya que equivale a un 50% del total de las proteínas de la carne; son solubles en soluciones salinas concentradas, le otorgan las características de textura a la carne y sus principales componentes son: miosina, actina, troponina y tropomiosina.

**Radical libre:** Átomo o grupo de átomos que poseen un electrón sin aparear.

**Retinol:** Es la forma alcohólica circulante de la vitamina A que predomina en la sangre.

**Resolvinas:** Son moléculas que favorecen la resolución de los procesos inflamatorios y que derivan de los ácidos grasos n-3 de cadena larga EPA y DHA.

**Sarcoplasma:** Es el citoplasma de las células musculares.

**Superóxido dismutasa:** Es la enzima encargada de transformar el anión superóxido en una de menor toxicidad, como el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), el cual es posteriormente transformado en agua por otras enzimas.

**Teratógeno:** Agente capaz de causar un defecto congénito.

**Triacilglicerol:** Triglicérido o grasa neutra. Ester de glicerol con tres ácidos grasos.

**Tromboxano:** Son eicosanoides derivados del ácido araquidónico. Su principal función biológica es participar en la Hemostasia, es decir en los procesos de coagulación y agregación plaquetaria.

**Tubérculo:** Son un tipo de tallos engrosados, ciertas plantas acumulan sustancias de reserva en sus tallos, generalmente subterráneos.

**Vitamina:** Sustancia orgánica esencial para el hombre y algunos animales, en cantidad pequeña estimula reacciones bioquímicas de las células. Su falta causa trastornos, reversibles al recibir la vitamina faltante.

**Western blot:** inmunoblot o electrotransferencia, es una técnica analítica usada en biología celular y molecular para identificar proteínas específicas en una mezcla compleja de proteínas, tal como la que se presenta en extractos celulares o de tejidos.

**Zeaxantina:** Es un pigmento amarillo que pertenece al grupo de los carotenoides y que junto con la luteína se encuentra en altas concentraciones en la macula del ojo.

PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES DE LOS ALIMENTOS  
es una publicación del  
Fondo Editorial de la Universidad Católica  
Los Ángeles de Chimbote, Perú

La nutrición depende de la presencia oportuna y suficiente de un conjunto de nutrientes que no se obtienen en forma aislada, sino como parte constituyente de lo que se conoce como alimentos que se pueden utilizar de mil maneras. Los alimentos a través de las funciones de sus nutrientes nos proporcionan la energía necesaria, la reparación y la formación de tejidos y estructuras en nuestro cuerpo, pero además en los alimentos se encuentran otro grupo de sustancias que pueden conferir la protección frente a determinadas enfermedades.

Es por tal motivo que el presente trabajo denominado “PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES DE LOS ALIMENTOS” es dirigido a los estudiantes de Farmacia y Bioquímica y de otras escuelas de las ciencias de la salud en donde se detalla el valor nutritivo de cada uno de los grupos de alimentos, pero adicionalmente recomendaciones en cuanto al cuidado en el consumo excesivo, así como también en cuanto a las propiedades funcionales que pueden tener en la prevención de enfermedades.

Con la seguridad de que la lectura en cada uno de los capítulos propuestos, de manera precisa y sencilla, los lectores podrán enriquecer su conocimiento sobre los alimentos, que les será útil tanto en su formación profesional a aquellos involucrados con las ciencias de la salud y/o servirá de ayuda para aclarar algunas inquietudes sobre una adecuada alimentación.

**FONDO EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA  
LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE**

ISBN: 978-612-4308-28-4



9 786124 308284