

# Nutrición clínica

3a edición

Capítulo muestra

 hogrefe

Manual<sup>®</sup>  
Moderno



## EL LIBRO MUERE CUANDO LO FOTOCOPIA

### AMIGO LECTOR:

La obra que usted tiene en sus manos posee un gran valor. En ella, su autor ha vertido conocimientos, experiencia y mucho trabajo. El editor ha procurado una presentación digna de su contenido y está poniendo todo su empeño y recursos para que sea ampliamente difundida, a través de su red de comercialización.

Al fotocopiar este libro, el autor y el editor dejan de percibir lo que corresponde a la inversión que ha realizado y se desalienta la creación de nuevas obras. Rechace cualquier ejemplar "pirata" o fotocopia ilegal de este libro, pues de lo contrario estará contribuyendo al lucro de quienes se aprovechan ilegítimamente del esfuerzo del autor y del editor.

La reproducción no autorizada de obras protegidas por el derecho de autor no sólo es un delito, sino que atenta contra la creatividad y la difusión de la cultura.

Para mayor información comuníquese con nosotros:



Editorial El Manual Moderno, S. A. de C.V.

Av. Sonora 206, Col. Hipódromo, 06100  
Ciudad de México.

Editorial El Manual Moderno Colombia S.A.S.

Carrera 12-A No. 79-03/05  
Bogotá, DC



# Nutrición clínica

## 3a edición

**MND María Elena Téllez Villagómez, NC**

Licenciada en Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Universidad Iberoamericana. Maestría en Nutrición Clínica, Universidad Europea del Atlántico. Educadora en Diabetes, Nutrióloga Certificada por el Colegio Mexicano de Nutriólogos, A.C. Jefe del Área de Elaboración y Evaluación de Programas y Control Escolar, Escuela de Dietética y Nutrición, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, Profesor de Tiempo Completo de la Escuela de Dietética y Nutrición del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. Secretaria Técnica del Comité de Sistema de Gestión de Calidad de la Escuela de Dietética y Nutrición del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. Perito en Nutrición del Primer Circuito de la Ciudad de México ante los Órganos del Poder Judicial de la Federación.

Editor Responsable:  
**Dr. José Luis Morales Saavedra**  
Editorial El Manual Moderno



**Nos interesa su opinión  
comuníquese con nosotros:**



Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.,  
Av. Sonora No. 206, Col. Hipódromo,  
Alcaldía Cuauhtémoc, 06100, Ciudad de México



+52 (55) 5265 - 1100



info@manualmoderno.com  
quejas@manualmoderno.com

¡Síguenos!



[www.manualmoderno.com](http://www.manualmoderno.com)

**IMPORTANTE**

Indicaciones precisas, las reacciones adversas, y las pautas de dosificación de los medicamentos se ofrecen en este libro, pero es posible que se puedan cambiar. Se insta al lector a revisar la información de los paquetes de los fabricantes de los medicamentos mencionados. Los autores, editores, editorial o distribuidores no son responsables por errores u omisiones o de las consecuencias de la aplicación de la información contenida en este trabajo, y no ofrecemos ninguna garantía, expresa o implícita, con respecto al contenido de la publicación. Los autores, editores, editorial y distribuidores no asumen ninguna responsabilidad por cualquier daño y / o daños a personas o bienes derivados de la presente publicación.

**Nutrición clínica, tercera edición**

D.R.© 2022 por Editorial El Manual Moderno S.A.  
de C.V.

ISBN 978-607-448-881-4

ISBN 978-607-448-882-1 versión electrónica

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria  
Editorial Mexicana, Reg. núm. 39

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema alguno o transmitida por otro medio —electrónico, mecánico, fotocopiador, registrador, etcétera— sin permiso previo por escrito de la Editorial.



es marca registrada de  
Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.

Catalogación (CIP) Biblioteca Nacional de México.

Nombres: Téllez Villagómez, María Elena, editor.

Título: Nutrición clínica / editor María Elena Téllez Villagómez.

Descripción: 3a edición. | Ciudad de México : Editorial El Manual Moderno, 2022.

Identificadores: 978-607-448-881-4

Temas: Dietoterapia. | Nutrición. | Metabolismo - Trastornos. | Trastornos nutricionales.

Clasificación: 615.854 cdd22

No. de Registro BNM: 728612

Para mayor información en:

- Catálogo de productos
- Novedades
- Pruebas psicológicas en línea y más [www.manualmoderno.com](http://www.manualmoderno.com)

Director General:  
**Ing. Hugo Setzer Letsche**

Editora de desarrollo:  
**Mtra. Vanessa Berenice  
Torres Rodríguez**

Diseño de portada:  
**DG. María Elena Frausto Sánchez**

## **Lic. Lissette Gabriela Ávalos Aviles**

Licenciada en Dietética y Nutrición, Escuela de Dietética y Nutrición del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, egresada de la Maestría en Ciencias de la Educación por la Universidad Latinoamericana. Profesora de la materia de *Crecimiento y Desarrollo del Niño y Adolescente* en la Licenciatura de la Escuela de Dietética y Nutrición del ISSSTE y asesora nutricional independiente.

*Capítulo 13*

## **Mtra. María Angélica Díaz Aranda**

Licenciatura en Dietética y Nutrición por la Escuela de Dietética y Nutrición del ISSSTE, Maestría en Comunicación Científica con Especialidad en Medicina por la Universidad de Pompeu Fabra, Barcelona. Actualmente profesor titular de la materia de Comunicación Científica en la Escuela de Dietética y Nutrición del ISSSTE, Profesor de Asignatura Seminario de Nutrición Facultad de Odontología UNAM.

*Capítulo 5*

## **Dra. en C. Irazú Gallardo Wong**

Licenciada en Dietética y Nutrición (EDN). Maestra en Ciencias de la Salud con Área de Concentración en Nutrición (ESPM/INSP) y Doctora en Ciencias para la Familia (IEE). Diplomada en Estrategias Nutricias en el manejo multiterapéutico del paciente con Enfermedades Crónicas (EDN) y en Bioestadística de sus procedimientos a su publicación (UNAM). Actualmente, Subdirectora de Investigación y Enseñanza en la EDN y consultor independiente.

*Capítulo 8, 9*

## **ME Erika Esther González Medina, NC**

Licenciatura en Dietética y Nutrición, Escuela de Dietética y Nutrición, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.: Maestría en Educación UNID. Nutrióloga Certificada por el Colegio Mexicano de Nutriólogos A.C. Jefe de la Unidad de Elaboración y Evaluación de Programas Educativos de Posgrado "Maestría en Nutrición Clínica de la EDN ISSSTE". Miembro Consejo Técnico de la Sección Disciplinar del EGEL Plus NUTRI Escuela de Dietética y Nutrición del ISSSTE.

*Capítulo 14, 15*

### **MND Atziri Guzmán Hernández**

Licenciatura en Dietética y Nutrición, Escuela de Dietética y Nutrición del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. Maestría en Nutrición y Dietética, Universidad Miguel de Cervantes (León, España). Certificada en Nutrición Clínica y Metabolismo por *The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism* (ESPEN). Nutrióloga adscrita a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos. Nutrióloga en Centro de Tratamiento e Investigación de Anorexia Bulimia y Obesidad (TRIA)

*Capítulo 18*

### **Lic. María Cruz López González**

Licenciada en Nutrición por parte de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAP) Amecameca, educadora en diabetes por la Asociación Nacional Mexicana de Educadores en Diabetes, actualmente nutrióloga del Centro Integral de Diagnóstico y Tratamiento, Clínica de Check up y Clínica de Diabetes del Hospital Médica Sur.

*Capítulo 7*

### **Lic. Laura Georgina Mejía Mendoza**

Licenciatura en Dietética y Nutrición, Escuela de Dietética y Nutrición del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. Candidata al grado de la Maestría en Enseñanza Superior por la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. Integrante del Curso de Bioquímica en CINVESTAV. Diplomado en Química Cosmética y Biología Molecular Cutánea. Consultora independiente.

*Capítulo 1, 8*

### **Lic. Raúl Sánchez López**

Licenciado en Educación Física por parte de la Escuela Superior de Educación Física, Posgrado en Administración Deportiva por parte del Instituto Superior de Administración Deportiva (I.S.A.D.I), actualmente consultor independiente.

*Capítulo 4*

### **Mtra. Elvira Sandoval Bosch**

Licenciada en Dietética y Nutrición, Escuela de Dietética y Nutrición, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. Maestra y candidata a doctora en Ciencias de la Salud, Universidad Nacional Autónoma de México. Doctorante en Salud Pública por la Fundación Universitaria Iberoamericana. Coordinadora de la Licenciatura en Ciencia de la Nutrición Humana, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México.

*Capítulo 6, 15*

### **Mtra. María del Carmen Servín Rodas**

Licenciada en Nutrición por la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Maestra en Enseñanza Superior, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente, estudios de Doctorado en Educación. Nombramiento Profesor de Carrera Asociado C.T.C. en la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia, Universidad Nacional Autónoma

de México impartiendo las asignaturas de Nutrición y Ecología y Salud, en ambos programas de Estudio. Trayectoria Académica en diferentes grupos de trabajo, responsable de dos Proyectos PAPIME, vinculados con la "Enseñanza en el laboratorio de la Nutrición y el "Proceso de Atención Nutricional". Colaboradora en dos Proyectos PAPIIT, en la temática "Antropofermería y cuidados culturales a la salud". Diferentes participaciones en publicaciones: autora del material didáctico para la asignatura de Nutrición Básica y Aplicada para el SUA, ENEO, UNAM y del material didáctico para el seminario Alimentación, Nutrición y Dietética y para la asignatura "Ecología y Salud" del SUAyED, ENEO, UNAM.

*Capítulo 3*

### **Lic. María de Lourdes Ildeliza Sierra Torrescano**

Licenciatura en Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Universidad Iberoamericana (UIA). Maestría en Educación Superior, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente Profesora de Carrera Asociado B, de Tiempo Completo, de la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia, impartiendo las materias de Proceso de Atención Nutricional y Optativas.

*Capítulo 24*

### **Mtro. Héctor Damián Torres Rodríguez**

Licenciado en Dietética y Nutrición por parte de la Escuela de Dietética y Nutrición del ISSSTE, Maestría en Ciencias de la Salud de los Trabajadores por parte de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) actualmente profesor de Asignatura en el Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud C.I.C.S. del IPN.

*Capítulo 11*



Manual<sup>®</sup>  
Moderno

Capítulo muestra

# Dedicatoria

*A mi familia que siempre me ha apoyado en los proyectos que me he trazado y los cuales he podido realizar gracias por todo su cariño.*

*A todos mis compañeros, amigos y colaboradores de este libro, sin su ayuda no hubiera sido posible elaborar esta obra.*

*A mis alumnos por darme la oportunidad de compartir con ellos los conocimientos adquiridos a lo largo de mi vida en esta hermosa profesión que es la nutrición.*

*Un agradecimiento especial al Editorial El Manual Moderno por darme la oportunidad de seguir compartiendo con los lectores de este libro.*



Manual<sup>®</sup>  
Moderno

Capítulo muestra

# Agradecimientos

*A las Licenciadas en Nutrición:*

*Desiré Hernández Hernández*

*Haidée Jiménez Vélez*

*Por su valiosa aportación en el contenido de ediciones anteriores.*



Manual<sup>®</sup>  
Moderno

Capítulo muestra

La tercera edición del libro **Nutrición clínica**, al igual que las ediciones anteriores se encuentra enfocado a estudiantes y profesionales de la salud que se interesan en revisar temas relacionados con la nutrición y alimentación en diferentes patologías. La forma en que se abordan cada uno de los temas ayuda a los lectores a encontrar la descripción de las patologías, así como y el tipo de dieta que deben seguir los pacientes que las presenten.

La elaboración de este libro se llevó a cabo gracias a la colaboración de profesionales de la nutrición comprometidos en compartir sus conocimientos y experiencias a los estudiantes de nutrición, así como de otras licenciaturas relacionadas con la salud.

En los primeros capítulos de este libro se encuentran los temas relacionados con la nutrición en las diferentes etapas de la vida, así como los requerimientos y recomendaciones de la población mexicana, incluyendo los conceptos básicos de la nutrición y la experiencia de la orientación alimentaria.

En el capítulo 6 se explica la clasificación de las dietas con base en los alimentos que deben incluir y la patología en las cuales se recomiendan.

A partir del capítulo 7 se exponen las características de las patologías relacionadas con el aparato digestivo y sus glándulas anexas; en comparación con la edición anterior, en un solo capítulo se integra la "Dietoterapia de las hepatopatías, vesícula y vías biliares".

Del capítulo 15 "Otras enfermedades de importancia nutricional" que se contempló en la edición anterior se desprende para esta nueva edición el Capítulo 17 "Dietoterapia en la Obesidad", lo anterior ratificando que en México esta enfermedad crónica no transmisible a cobrado gran relevancia al aumentar la incidencia de personas con obesidad.

Finalmente el Capítulo 18 ahora incluye además de la Respuesta metabólica al trauma y la nutrición en cirugía el apoyo nutricional estableciendo la diferencia entre la Alimentación enteral y la nutrición parenteral dependiendo de la patología que se trate.



Manual<sup>®</sup>  
Moderno

Capítulo muestra

Colaboradores .....	V
Dedicatoria .....	IX
Agradecimientos .....	XI
Prefacio .....	XIII

## **1** Generalidades de nutrición. Requerimientos y recomendaciones ..... 1

Laura Georgina Mejía Mendoza, María Elena Téllez Villagómez

Importancia de la nutrición .....	1
Vinculación de la nutrición .....	1
Definición de nutrición .....	2
Energía .....	3
Recomendaciones .....	3
Requerimiento .....	3
Nutrimento .....	3
Dieta .....	4
Alimento .....	5
Hidratos de carbono .....	9
Requerimientos y recomendaciones .....	39
Referencias .....	45

## **2** Dieta correcta y el Plato del bien comer ..... 47

María de Lourdes Ildeliza Sierra Torrescano

Dieta y dieta correcta .....	48
Enfermedades relacionadas con el consumo de una dieta incorrecta .....	55
Descripción del plato del bien comer .....	58
Experiencia del autor .....	64
Referencias .....	66

**3** Nutrición y alimentación en las diferentes etapas de la vida ..... 67

María del Carmen Servín Rodas

Nutrición y alimentación de la mujer durante el embarazo ..... 67

Nutrición y alimentación de la mujer en el periodo de lactancia ..... 81

Nutrición y alimentación en el primer año de vida ..... 91

Apéndice informativo A ..... 108

Nutrición y alimentación del preescolar ..... 110

Nutrición y alimentación del escolar ..... 124

Nutrición y alimentación en la pubertad y adolescencia ..... 136

Nutrición y alimentación en el adulto ..... 150

Alimentación y prevención de enfermedades ..... 158

Estudio de caso ..... 162

Nutrición y alimentación del adulto mayor ..... 163

Estudio de caso ..... 179

Referencias ..... 179

**4** Ejercicio y nutrición ..... 183

Raúl Sánchez López, María Elena Téllez Villagómez

Ejercicio, deporte y nutrición deportiva ..... 183

Sistemas energéticos ..... 184

Sistema aeróbico u oxidativo ..... 186

Recuperación de energía ..... 186

Deporte ..... 188

Nutrición deportiva ..... 197

Tipos de dietas ..... 199

Nutrición deportiva básica ..... 200

Alimentación según el tipo de deporte ..... 205

Referencias ..... 207

**5** Nutrición en la odontología ..... 209

María Angélica Díaz Aranda

Importancia del aparato estomatognático ..... 209

Dieta y salud dental ..... 211

Nutrientes orgánicos en la salud bucal ..... 212

Nutrientes inorgánicos en la salud bucal ..... 213

Caries dental ..... 216

Enfermedad periodontal ..... 219

Enfermedades crónico-degenerativas que afectan la cavidad bucal .....	220
Diabetes mellitus .....	220
Hipertensión .....	221
Enfermedad coronaria .....	222
Osteoporosis .....	222
Desnutrición y deficiencias nutricionales .....	223
Fármacos que afectan tejidos de la cavidad bucal .....	223
Lesiones orales graves .....	225
Referencias .....	228

## 6 Dietoterapia .....

Elvira Sandoval Bosch, María Elena Téllez Villagómez

Dietas modificadas en consistencia .....	230
Dietas modificadas en nutrientes .....	239
Conclusiones .....	245
Referencias .....	245

## 7 Procesos patológicos del esófago, estómago e intestinales .....

María Cruz López González, María Elena Téllez Villagómez

Enfermedad por reflujo gastroesofágico .....	248
Disfagia .....	249
Acalasia .....	250
Gastritis .....	250
Úlcera péptica .....	251
Estreñimiento .....	252
Síndrome de intestino irritable (SII) .....	257
Referencias .....	261

## 8 Dietoterapia en hepatopatías, vesícula y vías biliares .....

Laura Georgina Mejía Mendoza, Irazú Gallardo Wong, María Elena Téllez Villagómez

Anatomía y fisiología del hígado .....	263
Clasificación de las principales hepatopatías .....	265
Hepatitis .....	265
Enfermedad hepática no alcohólica .....	268
Cirrosis hepática .....	271
Nutrientes inorgánicos .....	277
Colecistitis .....	279
Dietoterapia para colecistitis y coledolitiasis .....	283
Referencias .....	287

**9 Alergias alimentarias** ..... 289

Irazú Gallardo Wong, María Elena Téllez Villagómez

Sistema inmunitario .....	290
Inmunidad humoral .....	291
Anticuerpos o inmunoglobulinas .....	291
La inmunidad con mediación celular .....	291
Tipos de reacciones alérgicas .....	293
Factores de riesgo .....	294
Diagnóstico .....	297
Referencias .....	301

**10 Nutrición y osteoporosis** ..... 303

María Elena Téllez Villagómez

Estructura de los huesos .....	303
Nutrición en el metabolismo óseo .....	304
Osteoporosis .....	305
Menopausia .....	309
Referencias .....	311

**11 Otras enfermedades de importancia nutricional** ..... 313

Héctor Damián Torres Rodríguez, María Elena Téllez Villagómez

Anemias .....	313
Introducción .....	313
Definición .....	314
Cáncer .....	317
Causas de desnutrición .....	318
Proceso inflamatorio en el paciente con cáncer avanzado .....	319
Síndrome de inmunodeficiencia adquirida .....	321
Manifestaciones de la infección por VIH .....	321
Conclusión .....	324
Referencias .....	324

**12 Dietoterapia en los padecimientos del aparato cardiovascular** ..... 325

María Elena Téllez Villagómez

Hipertensión .....	327
Aterosclerosis .....	331

Dislipidemias .....	332
Recomendaciones dietético-higiénicas .....	336
Referencias .....	343

## 13 Dietoterapia en enfermedades respiratorias..... 345

María Elena Téllez Villagómez, Lissette Gabriela Ávalos Aviles

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) .....	345
Lípidos .....	346
Proteínas .....	346
Vitaminas .....	346
Nutrientes inorgánicos .....	346
Estado nutricional del paciente con EPOC .....	347
Suplementación calórica o proteica .....	348
Intervenciones fisiológicas o farmacológicas .....	348
Alimentación .....	348
Síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) .....	348
Necesidades nutricias .....	349
Tratamiento nutricional .....	349
Referencias .....	351

## 14 Dietoterapia en las enfermedades metabólicas..... 353

Erika Esther González Medina

Definición .....	353
Diagnóstico .....	356
Hiperuricemia y gota .....	358
Diabetes .....	362
Conclusiones .....	367
Referencias .....	369

## 15 Dietoterapia en los padecimientos del aparato urinario..... 371

Erika Esther González Medina, Elvira Sandoval Bosch Y María Elena Téllez Villagómez

Anatomía y fisiología del riñón .....	371
Insuficiencia renal .....	373
Enfermedad renal crónica .....	374
Dislipidemia .....	377
Conclusiones .....	386
Referencias .....	386

**16** Dietoterapia en los trastornos en la conducta alimentaria ..... 389

María Elena Téllez Villagómez

Etiología ..... 389  
Anorexia nerviosa ..... 390  
Bulimia ..... 390  
Referencias ..... 394

**17** Dietoterapia en obesidad ..... 397

María Elena Téllez Villagómez

Distribución de grasa ..... 398  
Referencias ..... 404

**18** Respuesta metabólica al trauma, nutrición en cirugía y apoyo nutricio ..... 407

Atziri Guzmán Hernández Y María Elena Téllez Villagómez

Cirugía y nutrición ..... 407  
Respuesta metabólica al estrés ..... 407  
Evaluación nutricional preoperatoria ..... 408  
Nutrición preoperatoria ..... 410  
Desnutrición en pacientes con cirugía ..... 410  
Apoyo nutricio en pacientes posoperados ..... 412  
Soporte metabólico-nutricio ..... 414  
Síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SRIS) ..... 414  
Nutrición enteral ..... 415  
Fórmulas para enfermedades específicas ..... 421  
Administración de la alimentación enteral ..... 422  
Nutrición parenteral ..... 422  
Soporte nutricional mixto ..... 428  
Nutrición enteral vs. Nutrición parenteral ..... 430  
Referencias ..... 431

**Índice** ..... 433

# 1

## Generalidades de nutrición. Requerimientos y recomendaciones

Laura Georgina Mejía Mendoza, María Elena Téllez Villagómez

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo se tocarán los aspectos básicos de nutrición, a fin de contar con las herramientas necesarias para prevenir enfermedades y mejorar la salud; también se abordan recomendaciones del consumo de cada uno de los nutrimentos.

### OBJETIVO

- Analizar la importancia de una correcta alimentación.
- Describir las funciones, características y deficiencias de los principales nutrimentos.

### IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN

En años recientes, el conocimiento sobre nutrición ha crecido de forma acelerada y las personas se interesan cada vez más en saber cómo los alimentos ayudan a la salud. Los profesionistas en esta área tienen como meta mejorar la alimentación, por lo que deben conocer los principios básicos de la nutrición para ofrecer a sus pacientes una dieta recomendable para cada etapa de vida y estado patológico, según sea el caso.

Llevar una vida sana y activa requiere alimentos en la cantidad, calidad y variedad capaces de satisfacer las necesidades de energía y nutrimentos, con el propósito de que un individuo pueda desarrollar su máximo potencial y acrecentarlo.

La importancia de la dieta para mantener el estado de bienestar y evitar enfermedades es cada vez más notoria. En un informe del *U.S. Department of Health and Human Services* (DHHS) se indica que 50% de la mortalidad por enfermedades crónicas degenerativas puede modificarse con adecuaciones en el estilo de vida, como la **alimentación**.

En el informe del *American Institute for Cancer Research* se analizan más de 4 500 trabajos de investigación, y se estima que las tasas de cáncer descenderían un 20% si las personas comieran cinco o más porciones de frutas o verduras por día. Esta relación entre dieta y enfermedad reviste importancia en la edad adulta, aun cuando los síntomas de los padecimientos no aparezcan hasta el sexto o séptimo decenios de vida.

### VINCULACIÓN DE LA NUTRICIÓN

La relación entre la nutrición eficiente y la futura aparición de enfermedades crónico-degenerativas es cada vez mayor; con una buena nutrición se pueden evitar las siguientes enfermedades o bien llevar un adecuado control de las mismas:

- Obesidad; desnutrición; trastornos de la alimentación (anorexia y bulimia, entre otros); patologías del aparato digestivo (anexos hígado y páncreas); hipertensión; salud ósea; cardiopatías; diabetes mellitus; síndrome metabólico; estrés metabólico (sepsis, traumatismo, quemadura y cirugía); enfermedades pulmonares; trastornos renales; artritis; gota; anemias, enfermedades neoplásicas; infecciones; alergias e intolerancia a alimentos; trastornos neurológicos, entre otras.

Por ejemplo, la anemia ocasiona retraso del crecimiento, disminución de las funciones cognitivas, reducción de la productividad y baja resistencia a enfermedades.

Existen vínculos entre enfermedad genética y nutrición. Los nutrientes afectan el reconocimiento celular, la función del sitio receptor y la expresión genética; por ejemplo, el zinc influye en la enzima que interviene en la producción de RNA mensajero, responsable de la producción de proteínas en todo el cuerpo; la deficiencia de éste altera la expresión genética y la síntesis, que interactúan como los receptores, evitando así enfermedades crónicas; además, las intervenciones nutricionales apropiadas modifican la rapidez del envejecimiento biológico.

Es importante recalcar que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (por sus siglas en inglés, *Food and Agriculture Organization*), en el artículo "Crecimiento económico, hambre y malnutrición" de 2012 (FAO, 2012) indica que cuando un país presenta un crecimiento agrícola y económico debe incluir como parte importante la alimentación para mejorar la situación nutricional aumentando las oportunidades de las personas con pocos recursos para variar su dieta, así como mejorar los accesos a servicios de salud. Se concluye que la nutrición interviene de forma directa sobre el crecimiento económico, pues tiene un efecto sobre la productividad de mano de obra y mejoras en la esperanza de vida.

## DEFINICIÓN DE NUTRICIÓN

La nutrición es la ciencia que estudia los alimentos, nutrientes y otras sustancias conexas, y su acción, interacción y equilibrio respecto a la salud y enfermedad. Es un proceso mediante el cual el organismo ingiere, digiere, absorbe, transporta, utiliza y elimina sustancias. Se ocupa además de las consecuencias sociales, económicas y culturales.

Para llevar a cabo el proceso de nutrición, los organismos se clasifican en autótrofos y heterótrofos, dependiendo del tipo de nutrientes que requieran: inorgánicos u orgánicos.

A continuación se definen los diferentes tipos de organismos.

### Organismos autótrofos

Tienen una nutrición independiente, autónoma, limitada por la disponibilidad de nutrientes inorgánicos, con requerimientos de agua, oxígeno y bióxido de carbono, entre otros. A partir de estas sustancias, los organismos pueden producir compuestos orgánicos; no dependen de otras especies para subsistir. Por ejemplo, las plantas superiores y muchos microorganismos sirven como alimento a los heterótrofos, formando así las cadenas alimentarias.

### Organismos heterótrofos

Su nutrición depende de organismos autótrofos o heterótrofos. Toda especie heterótrofa (entre ellas el ser humano) está obligada a alimentarse de otros organismos, de sus tejidos, secreciones o restos; carecen de capacidad para sintetizar (elaborar) sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas, por lo que deben ingerirlas a través de organismos vivientes.

## ENERGÍA

Se define como energía a la capacidad de efectuar un trabajo. El ser humano utiliza la energía que proviene de los alimentos a partir de diversos procesos, como reacciones químicas, mantenimiento y síntesis de tejidos, conducción eléctrica, esfuerzos musculares y producción de calor para conservar la temperatura corporal, entre otros.

Los requerimientos de energía dependen de:

- Edad (mayor durante los periodos de crecimiento).
- Sexo (la necesidad de energía es proporcional de forma directa con la masa magra; las mujeres muestran tasas de 5 a 10% menores que los varones del mismo peso y talla).
- Talla (estatura).
- Actividad física.
- Estados patológicos, entre otros factores.

Para estimar los requerimientos de energía de un individuo, los nutriólogos utilizan diferentes métodos, como la fórmula Harris y Benedict, Mifflin-St. Jeor, tablas y nomogramas.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones adecuadas de los nutrimentos son la cantidad de éstos que las autoridades en materia de nutrición de un país recomiendan ingerir para cubrirlos de manera sobrada. Representa una cifra colectiva y es el resultado de un cálculo estadístico.

## REQUERIMIENTO

Es la cantidad mínima que un individuo necesita ingerir de un nutrimento para mantener una nutrición adecuada; difiere de una persona a otra con base en la edad, sexo, estatura, actividad física, estado fisiológico, estado de salud.

## Kilocaloría

Se le conoce como caloría. Es la unidad de energía térmica que equivale al calor necesario para elevar la temperatura de 1 g de agua, 1 °C de 14.5 a 15.5 °C al nivel del mar; para los fines de nutrición se utiliza kilocaloría (1 000 cal).

## NUTRIMENTO

Nutrimento es cualquier sustancia que realiza una función en el organismo y es ingerida en la dieta. Se considera la sustancia o unidad funcional mínima que la célula utiliza y se obtiene a través de la alimentación. Se debe tomar en cuenta que:

- Todos los nutrimentos son importantes.
- La cantidad requerida es variable.
- No es recomendable consumir más nutrimentos de los requeridos; algunos son tóxicos.
- No se deben consumir en menor cantidad, pues se presentarán enfermedades carenciales, desnutrición o ambas.

**Cuadro 1-1. Porcentaje de energía de nutrientes en una dieta recomendable**

Nutriente	Proporción de energía en la dieta
Hidratos de carbono	De 0 a 70%, de los cuales se recomienda que sólo 10% sean simples polisacáridos y sólo 10% disacáridos
Proteínas	De 10 a 15%
Lípidos	De 25 a 35% de los cuales se recomienda que como máximo 30% sean saturados; asimismo, no se debe exceder de 500 mg/día de colesterol

- El número de nutrientes que participan en la nutrición humana no está del todo definido, se reconocen hasta el momento 100; es probable que en el futuro esta cantidad se amplíe.
- El organismo es capaz de sintetizar (elaborar) muchos nutrientes a partir de sustancias orgánicas.

Los nutrientes se clasifican en:

- **Dispensables:** son aquellos que el organismo puede sintetizar a partir de sustancias, por lo que su presencia en el organismo no es indispensable
- **Indispensables:** la única forma de obtenerlos es por medio de la dieta.

## Funciones de los nutrientes

Por sus funciones, los nutrientes se clasifican en:

- **Energéticos:** proporcionan energía por medio de procesos oxidativos. Son hidratos de carbono (4 kcal/g), proteínas (4 kcal/g) y lípidos (9 kcal/g) (**cuadro 1-1**).
- **Estructurales:** forman tejidos y células, como las proteínas y nutrientes inorgánicos
- **Reguladores:** regulan procesos metabólicos del organismo, como las vitaminas.

## DIETA

Se define como dieta a todos los alimentos que se ingieren en un día. No hay que confundirse con régimen de reducción, donde se limitan las calorías. El término proviene del griego *diáita*, que significa "forma de vida".

En nutrición se utiliza el término "dieta correcta" a aquella que cumpla con ciertas características (**cuadro 1-2**).

### Dieta correcta

**Cuadro 1-2. Características de una dieta correcta**

- **Completa:** contiene todos los nutrientes
- **Equilibrada:** se tiene proporción entre los nutrientes
- **Inocua:** sin microorganismos o toxinas
- **Suficiente:** cubre las necesidades nutrimentales de acuerdo con cada persona
- **Variada:** contiene diferentes alimentos de cada grupo

## ALIMENTO

Por definición, todo alimento tiene valor nutrimental, que es el aporte de nutrimentos. Un alimento se define como: "órgano, tejido o secreción de organismo de otras especies que contienen concentraciones apreciables de uno o más nutrimentos biodisponibles, cuya ingestión en las cantidades y formas habituales es inocua, que por su disponibilidad y precio son accesibles y sensorial y culturalmente son atractivos" (Bourges, 2005).

Los organismos vivientes tienen muchas similitudes en su metabolismo y composición química, por lo que cabe esperar que cualquier organismo contenga por lo menos uno de los nutrimentos que requiere el ser humano, por tanto, cualquier organismo puede, en principio, servir como alimento.

### Características del alimento

Los alimentos deben reunir ciertas características para que se considere como tales. A continuación se describen algunas de ellas.

#### Contenido nutrimental

Contener por lo menos un nutrimento en cantidades apreciables.

#### Biodisponibilidad

El grado en el cual los nutrimentos pueden liberarse y absorberse en el aparato digestivo depende de la forma química que tengan; de nada serviría que un alimento tuviera gran cantidad de nutrimentos si no se pudieran absorber por el organismo.

La biodisponibilidad puede ser desde cero (no se absorbe), como en el caso de la fibra (celulosa), hasta el 100%, como la glucosa.

Un caso muy especial es el del hierro. Su grado de absorción oscila entre 0 y 10%; si se encuentra en presencia de fitatos existentes en granos, éstos se le unen y lo precipitan (hierro no hemínico); en presencia de ácido ascórbico (vitamina C) mejora su absorción; en el caso del hierro hemínico, que se absorbe en 10% (proveniente de la hemoglobina y mioglobina), se encuentra en algunos productos de origen animal.

#### Inocuidad

Significa que no haga daño. Los alimentos pueden tener sustancias nocivas provenientes del mismo metabolismo de la especie o contaminantes accidentales. El daño que un tóxico puede causar depende de la cantidad ingerida, por ejemplo, peces venenosos y ciertos hongos.

Muchas sustancias dejan de ser nocivas si se someten a tratamientos térmicos, por ejemplo, el huevo. Cuando el huevo se somete a proceso de cocción se destruye la avidina que es la proteína que inhibe la absorción de la biotina.

#### Accesibilidad

Se refiere a la cantidad disponible y precio de venta. Influyen factores geográficos y estacionales.

#### Atractivo sensorial

Las preferencias sensoriales son aprendidas. La exposición repetida a ciertos sabores, aromas, texturas hace un hábito de ellos. Los estilos culinarios tienen importancia porque acentúan

ciertos sabores, por ejemplo, en la cocina mexicana se prefiere el picante, en la japonesa lo salado y en la anglosajona lo dulce.

Existe sensibilidad a sabores heredados (dulce, salado, ácido y amargo). Hay características genéticas predominantes. El ser humano tiene preferencia por los sabores dulces, así como acidez de ciertas frutas y por la textura de la grasa; en general tiende a rechazar lo amargo; muchos de los alimentos con este sabor son potencialmente peligrosos; el gusto por ellos es aprendido.

### **Aprobación cultural**

Se entiende por cultura a un conjunto de conductas compartidas por un grupo humano determinado. En ella se asignan reglas y jerarquías para cualquier conducta, incluyendo la alimentación, las cuales nacen de la experiencia colectiva, de la emoción, de la imaginación y de los intereses económicos, entre otros.

La cultura se forma por hábitos colectivos, muchas veces con errores, como descascarillar al arroz (costumbre iniciada en Japón en el siglo XIX). Esta práctica ocasionó muertes por beriberi entre las poblaciones asiáticas más pobres, pues la cascarilla del arroz era la única fuente de tiamina. En general, las culturas más antiguas tienen formas de alimentación más variadas, complejas y saludables.

Los alimentos tienen un valor cultural, por ejemplo, para los mexicanos, el maíz es la base de su alimentación y en otros países es consumido por los animales; por el contrario, en África, el sorgo forma parte de su dieta y en México se destina a los animales.

## **Clasificación de alimentos**

### **Clasificación natural**

Los alimentos se clasifican de acuerdo con el tipo de nutrimentos que contienen y su origen.

#### **Especies vegetales**

- Órganos y tejidos frescos de plantas superiores.
- Hongos.
- Algas.
- Semillas maduras.

#### **Especies animales**

- Leche humana.
- Leche de otras especies.
- Órganos y tejidos animales.
- Huevos.
- Insectos.

#### **Plantas superiores**

En 100 g se tienen:

- 50 calorías o menos.
- Lípidos, en promedio 1 g; no contienen colesterol.

- Proteínas, en promedio 1 g, excepto acelga, alcachofa, berros, hojas de calabaza, elote, espinaca, quelites y huauzontles (3 g), chícharo, chaya (*Cnidocolus chayamansa*) (8 o 9 g); proteína de alta calidad.
- Hidratos de carbono variables siempre menos de 30 g, hojas 5%, frutas 10%, semillas inmaduras 15%.
- Fuente de fibra soluble.
- Riqueza de riboflavina, carotenos y vitamina C; para fines prácticos, es la única fuente de esta última.
- Fitoquímicos, sustancias que dan el color, sabor y olor a los alimentos; antioxidantes. Se considera que previenen ciertas enfermedades.

### Hongos

- En 100 g proporcionan cerca de 30 kcal; de 3 a 4 g de proteínas; 5 g de carbohidratos; muy pocos triglicéridos; son fuentes de riboflavina; bajos en calcio, carotenos y vitamina C.

### Semillas maduras

- Las semillas maduras han terminado su desarrollo, están listas para llevar a cabo la germinación y pierden humedad; contienen de 10 a 12% de agua en 100 g de producto; se les considera alimentos concentrados por su alta densidad nutrimental; pueden conservarse mejor que todos los demás alimentos. Se clasifican en cereales, leguminosas, plantas amarantáceas y quenopodiáceas.

### Cereales

- La palabra cereal proviene de Ceres, diosa griega de la agricultura. Los cereales constituyen la base de la alimentación, representan la fuente de energía y proteínas de la mayoría de los pueblos. Entre los cereales se encuentran el maíz, trigo, arroz, cebada, avena, sorgo y mijo.
- Cada 100 g de cereales aporta casi 400 kcal, entre 8 y 10 g de proteína, cuya utilización es de un 50%, y de 70 a 80 g de carbohidratos en forma de almidón. El maíz contiene 5 g de aceite rico en ácidos grasos poliinsaturados y vitamina E.
- Los cereales son ricos en fibra, sobre todo insoluble. En el momento de descascarillarlos se pierde la fibra, no es el caso del maíz. Son fuente de hierro y zinc, pero también de fitatos, que inhiben la absorción; la tortilla es fuente de calcio por el proceso de nixtamalización.
- En general, los cereales producen poco hastío, tienen una buena disponibilidad a un costo accesible, alta inocuidad y son un alimento básico.

### Leguminosas

Se han descubierto casi 18 mil especies de leguminosas; sin embargo, se consumen cerca de 30, su característica principal es que vienen en vaina. En esta familia se encuentra el frijol, lenteja, haba, garbanzo, soya, arvejón (chícharo), cacahuate. La combinación cereal-leguminosa es muy común y mejora la calidad de la proteína.

Las leguminosas presentan cantidades elevadas de proteínas, de 25 a 30% de aprovechamiento bueno a excelente; en cuanto a carbohidratos, de 25 a 35%, como en el caso de la soya; en cuanto al frijol, su contenido de carbohidratos es de 60 g/100 g de producto; contienen oligosacáridos, como la rafinosa y estaquiosa, que no son digeribles por las enzimas hu-

manas, pues se fermentan en el ciego y producen meteorismo, para eliminarlas es necesario desechar el agua de remojo.

Los lípidos en forma de ácidos grasos poliinsaturados tienen el sentido opuesto de la concentración de carbohidratos: de 2 a 3 g en el caso del frijol, lenteja, haba; 6 g en garbanzos. Son fuente de vitamina E, calcio, hierro (aunque es poco absorbible), así como tiamina y riboflavina.

## Especies animales

### Leche humana

En 100 mL de leche se tienen los siguientes nutrimentos:

- Energía: 72.1 kcal.
- Proteínas: 1.1 g, caseína 40%, del suero 60%.
- Lípidos: 4.5 g, insaturados 53%, saturados 47%.
- Carbohidratos: 6.8 g, en forma de lactosa.

### Leche de otras especies

Contiene, en promedio:

- Agua: de 87 a 89%.
- Carbohidratos: 3.5 g.
- Lípidos: 3.5 g, con predominio de ácidos grasos saturados.
- Colesterol: 15 mg.
- Proteínas: 3.5 g, de las cuales 80% es de caseína y 20% de lactoalbúminas y lactoglobulinas; el tipo de proteínas que tiene se encuentra entre las mejores en su aprovechamiento.
- Fuente excelente de calcio, riboflavina y retinol.

## Órganos y tejidos animales

### Carne

La carne contiene, en promedio:

- Agua: 50%.
- Carece de hidratos de carbono y fibra.
- Proteína: de 15 a 25%, de alto aprovechamiento.
- Es fuente de hierro hemínico, zinc, riboflavina y niacina.

### Huevo

En promedio, por 100 g proporcionan:

- Energía: 115 kcal.
- Proteína: 11%, de la más aprovechable (albúmina); de hecho, se le conoce como la proteína patrón por la proporción de aminoácidos indispensables.
- Lípidos: 10%, con predominio de grasas saturadas.
- Carece de carbohidratos.
- Colesterol: 250 mg en la yema.

El huevo crudo contiene una proteína llamada avidina, que evita la absorción de biotina (vitamina del complejo B) y se destruye por medio del calor; el huevo siempre debe ser sometido

a este proceso; además, el huevo crudo presenta una antitripsina y origina que no se desdoblén las proteínas de forma adecuada.

## **Insectos**

En México se sigue practicando la entomofagia. Los insectos contienen alto contenido de proteína; sin embargo, su exoesqueleto está formado por quitina, un tipo de proteína que evita se desdoblén las proteínas; su disponibilidad es escasa y se venden a un precio elevado, por lo que no constituyen un alimento común para todos los mexicanos.

## **HIDRATOS DE CARBONO**

### **Introducción**

A lo largo de este apartado se explicará la importancia de los hidratos de carbono en la dieta, así como las repercusiones que tienen en el organismo si no se consumen.

### **Definición**

Son compuestos orgánicos provenientes, en su mayoría, de la fotosíntesis de las plantas, con excepción del glucógeno (reserva de energía de los animales; se encuentra en el hígado) y la lactosa (azúcar de la leche). Contienen hidrógeno, carbono y oxígeno, en general en la misma proporción que su cantidad de agua (de ahí su nombre); también son conocidos como glúcidos, aludiendo a su carácter dulce.

Constituyen la mayor fuente de energía en la alimentación humana, pues en una dieta equilibrada proporcionan de 50 a 70% del valor calórico total.

### **Clasificación**

A partir de la complejidad de su estructura, los carbohidratos se clasifican en:

- Monosacáridos.
- Disacáridos.
- Polisacáridos.

### **Monosacáridos**

Los monosacáridos raras veces se encuentran libres en la naturaleza; existen de 3, 4, 5 y 6 átomos de carbono; no pueden ser desdoblados por hidrólisis (la forma en que se absorben en el organismo); desde el punto de vista nutricional, los más importantes son las hexosas: glucosa, fructosa y galactosa.

### **Glucosa**

Es el azúcar más distribuido en la naturaleza, forma parte de los disacáridos y del almidón; tiene un sabor dulce, y el cuerpo humano la absorbe al 100% de forma rápida; en estado libre se encuentra en la uva; es soluble en agua.

Todas las células del organismo pueden utilizar la glucosa; es la única fuente de energía no tóxica para el cerebro y sistema nervioso, así como para los eritrocitos y las células renales. Su forma de alcohol se llama sorbitol.

### **Fructosa**

También conocida como levulosa o azúcar de fruta es el más dulce de todos los monosacáridos. Las frutas contienen de 1 a 7% de fructosa; 40% de la miel es fructosa. Se absorbe con más lentitud que la glucosa, en una relación de 40%, por lo que mantiene las concentraciones de glucosa en la sangre, de ahí que sea más recomendable para la alimentación del paciente diabético.

La miel es densa en calorías. Una cucharada sopera de miel contiene unas 64 kcal. No debe utilizarse en lactantes, pues favorece la germinación de esporas del *Clostridium botulinum* en menores de un año, lo que puede provocar botulismo.

### **Galactosa**

La galactosa se transporta por la sangre y forma parte de los cerebrosidos (sustancias importantes para el cerebro); es soluble en agua y tiene un sabor azucarado; es producida por los animales.

### **Disacáridos**

Los disacáridos están formados por la unión de dos moléculas de monosacáridos, entre ellos se tienen la sacarosa, lactosa y maltosa.

### **Sacarosa**

Conocida también como sucrosa, es muy abundante en la naturaleza. Es azúcar de mesa. Está formada por glucosa y fructosa. Se obtiene de la remolacha y la caña de azúcar; su consumo condiciona la caries por la formación de ácidos y, por ende, la desmineralización del esmalte si no se tiene una buena higiene dental.

### **Lactosa**

Se sintetiza en las glándulas mamarias, tiene un sabor dulce moderado. Soluble en agua, formada por glucosa y galactosa, se desdobra en el intestino gracias a la acción de una enzima llamada lactasa. La deficiencia de esta enzima produce intolerancia a la lactosa.

### **Maltosa**

Formada por dos moléculas de glucosa es muy soluble en agua; es consecuencia de la hidrólisis enzimática del almidón. En su forma libre se encuentra en la cebada.

### **Polisacáridos**

Los polisacáridos son aquellos que contienen varios monosacáridos unidos entre sí, como el almidón y el glucógeno.

### **Almidón**

Está compuesto por cadenas largas de glucosa, sus fuentes son las papas, tubérculos y el endospermo de los cereales. Se clasifica en:

- Almidones de digestión rápida, como las semillas cocidas de cereales.
- Almidones de digestión lenta, pero completa, como las semillas crudas de cereales.
- Almidones resistentes a la digestión, un ejemplo es la papa cruda.

## Glucógeno

Se encuentra en los caracoles. Se almacena en el hígado y en menor proporción en el músculo. Se libera en presencia de adrenalina y glucagón, las hormonas responsables del estrés.

## Funciones

Las funciones de los hidratos de carbono son las siguientes:

- Su función esencial es la energética. De 50 a 70% de la energía total de la alimentación debe ser suministrada por carbohidratos.
- Aportan energía: 4 kcal/g.
- Son indispensables en la contracción muscular; de hecho, la glucosa es el azúcar del músculo.
- Impiden que las proteínas sean utilizadas como sustancias energéticas. Cuando hay un déficit energético se produce un fenómeno llamado neoglucogénesis (formación de glucosa a través de proteínas), lo que ocasiona la pérdida de masa muscular, éste es el caso del ayuno total.
- Tienen una función plástica, es decir, la formación de tejidos fundamentales. Son parte de la ribosa y desoxirribosa, al igual que de los ácidos nucleicos.
- Forman parte de los mucopolisacáridos, importantes en la estructura de los cartílagos y del *mucus* presente en muchos tejidos.
- El exceso de energía en forma de carbohidratos se transforma en grasa, triglicéridos, lo que puede ocasionar obesidad.
- Participan en el metabolismo de los lípidos.
- La lactosa favorece la formación de bacilos lácticos en el intestino (flora benéfica para el organismo).

## Fuente

Todos los vegetales tienen carbohidratos, pero son poco abundantes en los alimentos de origen animal, con excepción de la leche.

El **cuadro 1-3** muestra el contenido de hidratos de carbono en algunos alimentos.

## Fibra

La fibra dietética es el material celular de los vegetales, les proporciona sostén. El ser humano no la puede absorber, al no tener enzimas endógenas que la desdoblen. Su consumo se ha asociado desde el punto de vista epidemiológico con la protección contra enfermedades crónico-degenerativas.

## Clasificación

Las fibras se dividen en solubles e insolubles.

### *Fibras solubles*

Pectinas, gomas y mucílagos se fermentan en el ciego; la fermentación, a su vez, aumenta la masa fecal y facilita la evacuación, eleva la viscosidad del contenido intestinal, y hace más lenta la absorción de la glucosa, colesterol y sales biliares.

**Cuadro 1-3. Contenido de hidratos de carbono en algunos alimentos**

Alimento	Proporción en 100 g
Azúcar	99.5%
Arroz	77%
Sémola y pastas	76.5%
Miel, harina	75%
Dátiles	73%
Confitura, fruta seca	72%
Chocolate	65%
Leguminosas	58%
Frutas	10%
Verduras	5%

### Fibras insolubles

La celulosa, hemicelulosa y lignina tienen gran capacidad de retención de agua, lo que aumenta el volumen fecal y reblandece las heces, siempre y cuando se consuma la suficiente cantidad de agua. Varias fibras actúan en forma de resinas ligando compuestos dañinos en potencia, como los cancerígenos.

### Funciones en el organismo

- **Volumen de las heces:** aumenta el volumen del contenido o residuo intestinal, por tanto evita el estreñimiento y provoca un aumento del peristaltismo; todo ello mejora la función evacuatoria.
- **Velocidad del tránsito intestinal:** los componentes no hidrosolubles de la fibra, como la celulosa, incrementan la velocidad del tránsito intestinal.
- **Capacidad de absorber agua:** sobre todo en la goma guar, las pectinas forman gelatinas, por lo cual, si se consume fibra es necesario ingerir suficiente agua.
- **Capacidad de absorción:** la fibra forma mallas donde quedan retenidas sustancias como el colesterol, ácidos biliares y diversas sustancias tóxicas que se introducen con los alimentos, aunque también ciertos minerales, entre ellos el calcio, magnesio, hierro y zinc.
- **Velocidad de absorción intestinal:** las fibras hidrosolubles disminuyen la velocidad de absorción intestinal de la glucosa, lo que mantiene los valores de glucosa en la sangre.

### Fuente de fibra

La fuente de las fibras son la cubierta de cereales integrales y leguminosas, verduras y frutas.

### Hidratos de carbono asociados con ciertas enfermedades

Una dieta excesiva en hidratos de carbono no es la causa de diabetes, aunque el consumo importante de sacarosa podría ser el factor desencadenante de ésta si existiera en un estado

latente. El consumo también puede provocar un aumento de peso, ya que la energía, como la materia, no se crea ni se destruye, sólo se transforma; la obesidad también es un factor de riesgo para la diabetes tipo 2.

Un elevado consumo de energía en forma de hidratos de carbono y lípidos puede llevar a la obesidad en personas predispuestas.

Los monosacáridos y el alcohol en exceso pueden ocasionar una elevación anormal de triglicéridos en la sangre. El consumo de sacarosa interviene en la formación de caries.

Diversos estudios reportan que los hidratos de carbono simples y los cereales refinados al tener un índice glucémico elevado suben la glucemia posprandial y los niveles de insulina. La hiperglucemia reduce la disponibilidad de óxido nítrico, aumenta la producción de radicales libres y, por ende, activa el proceso inflamatorio.

## Proteínas

La palabra proteína proviene del griego *protá*, que significa "lo primero", lo más importante, o del dios Proteo, por la cantidad de formas que pueden tomar. Esto se debe a que no habría vida si no tuviéramos proteínas. La vida existe por las proteínas, gracias a sus múltiples funciones en el organismo.

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos de alto peso molecular, que dentro de su estructura contienen nitrógeno, por lo cual se les conoce como sustancias nitrogenadas; están compuestas por aminoácidos unidos entre sí por enlaces peptídicos y por tal motivo también reciben el nombre de péptidos.

Las proteínas constituyen la estructura celular de cualquier organismo vivo. En la alimentación humana, una dieta equilibrada debe proporcionar de 10 a 20% del valor calórico total. Cada especie tiene proteínas características que le confieren un carácter específico tanto genético como inmunológico. Los humanos no pueden sintetizar proteínas a partir de sustancias inorgánicas. Sus elementos, como ya se mencionó, son los aminoácidos, unidos a través de enlaces peptídicos, compuestos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (este último en 16%).

Se han identificado 20 aminoácidos, los cuales se dividen en dispensables (no esenciales) e indispensables (esenciales). Los dispensables los puede sintetizar el hígado a partir de otros aminoácidos por su capacidad enzimática; es importante hacer notar que no se pueden fabricar a partir de sustancias inorgánicas. Los aminoácidos indispensables deben ser ingeridos en la dieta (cuadro 1-4).

## Funciones en el organismo

Las funciones que realizan las proteínas en el organismo son muy variadas. Básicamente, su función es estructural (forma los tejidos); constituyen 80% del peso seco de las células; forman las matrices de huesos, dientes y músculos; tienen el control genético, es decir, las características hereditarias dependen de las proteínas del núcleo celular; forman los anticuerpos y todos los fenómenos inmunitarios están relacionados con las proteínas; son biorreguladoras, enzimáticas y hormonas (cuadro 1-5).

## Clasificación

La ingesta recomendada depende de la calidad de la proteína (valor biológico) y cantidad de aminoácidos indispensables. De acuerdo con su valor biológico, las proteínas se dividen en:

**Cuadro 1-4. Clasificación de los aminoácidos, según su obtención**

Aminoácidos indispensables	Aminoácidos dispensables
Valina	Alanina
Leucina	Serina
Isoleucina	Glicina
Triptófano	Ácido glutámico
Arginina	Glutamina
Fenilalanina	Ácido aspártico
Treonina	Asparagina
Lisina	Prolina
Metionina	Tirosina <sup>1</sup>
Histidina <sup>2</sup>	Cisteína <sup>1</sup>

<sup>1</sup>La tirosina y la cisteína son dispensables siempre y cuando se ingieran cantidades suficientes de fenilalanina y metionina.

<sup>2</sup>La histidina es indispensable en organismos en crecimiento.

**Cuadro 1-5. Funciones de las proteínas en el organismo**

Tipo	Función
Transporte	Transportan sustancias vitales para el cuerpo, como la hemoglobina, que conduce el oxígeno (O <sub>2</sub> ) y el bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )
Estructural	Forman la fuerza de trabajo, matrices de órganos del cuerpo, ejemplos de ellas son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miosina y actina: proteínas del músculo</li> <li>• Fibrina: sangre</li> <li>• Queratina: uñas y cabello</li> <li>• Colágeno: tejido conjuntivo</li> </ul>
Reguladora (hormonas)	Insulina: regula los valores de glucosa en la sangre <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiroxina: interviene en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos</li> <li>• Hemoglobina: concentración y transporte de oxígeno en la sangre</li> <li>• Albúmina y globulina: mantienen la presión oncótica</li> </ul>
Contráctil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirven como elemento para permitir la contracción y relajación muscular, ejemplo de ellas son la miosina y actina</li> </ul>

Continúa

**Cuadro 1-5. Funciones de las proteínas en el organismo (continuación)**

Tipo	Función
Inmunológica	Forman todas las células que constituyen nuestras defensas, entre ellas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La fórmula blanca, como leucocitos y eosinófilos, entre otros; las células asesinas, factores de complemento y <math>\alpha</math>-interferones, lo que significa que cuando hay un estado de desnutrición, se deprime el sistema inmunológico, lo que ocasiona un sinergismo entre desnutrición-infección; mientras más desnutrido esté el organismo, será más propenso a las infecciones tanto en gravedad como en duración</li> </ul>
Catalíticas (enzimas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actúan como enzimas que regulan de forma bioquímica las reacciones, por ejemplo, la amilasa salival desdobla el almidón, la lipasa pancreática desdobla los lípidos, la pepsina desdobla proteínas</li> </ul>
Energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionan 4 kcal/g</li> </ul>

- **Alto valor biológico:** son de origen animal. La proteína del huevo (albúmina) se considera como la proteína patrón. Sus fuentes son carnes de todo tipo, queso y leche.
- **Mediano valor biológico:** las leguminosas contienen un 60% de aprovechamiento, y los cereales como 50%; la combinación de cereal-leguminosa eleva la calidad de la proteína a un 70% de aprovechamiento.
- **Bajo valor biológico:** se encuentra en frutas y verduras; estos alimentos contienen muy poca proteína, cerca de 1%, por lo que no se consideran fuentes de proteína.

Las proteínas tienen la capacidad de complementarse si se mezclan; es decir, los aminoácidos que le faltan a una determinada proteína pueden ser sustituidos por otras, por eso se recomienda consumir cereales con leguminosas.

## Lípidos

Los lípidos o grasas tienen una composición química muy variable. Son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos, como el éter, alcohol, cloroformo; su estructura molecular contiene hidrógeno, carbono y oxígeno. Son sustancias energéticas que proporcionan 9 kcal/g, más del doble que los carbohidratos y las proteínas; su consumo excesivo puede causar problemas de hiperlipoproteinemias; el exceso de energía ocasiona obesidad.

El 95% de la dieta está compuesta de triglicéridos. La mayoría de los animales tiende a almacenar la energía en cadenas saturadas llamadas grasas, mientras que las plantas lo almacenan de forma insaturada, esto es, lo que se conoce como aceites (con excepción del coco y cacao, que son saturadas).

## Clasificación

Los lípidos se clasifican en simples y complejos. Entre los simples se encuentran los triglicéridos formados por una molécula de glicerol y tres ácidos grasos; entre los complejos, los fosfolípidos,

glucolípidos y esteroides. Los fosfolípidos forman parte de las membranas celulares y lipoproteínas circulantes en la sangre, su fuente es la yema de huevo y el aceite de soya, ejemplo de ellos son la lecitina, inositol y etanolamina.

Según su función se clasifican en:

- **Grasas de almacenamiento:** en forma de triglicéridos, que son la reserva de energía del organismo.
- **Grasas estructurales:** forman parte de las membranas celulares, como los fosfolípidos.

Según su longitud de cadena, las grasas pueden clasificarse en saturadas, poliinsaturadas y monoinsaturadas:

- **Ácidos grasos saturados:** están unidos por enlaces sencillos; no poseen dobles ligaduras; son sólidos a temperatura ambiente, y abundan en los alimentos de origen animal, por ejemplo, la manteca, mantequilla y crema. Es la grasa contenida en carnes como res, cerdo, pollo, huevos, lácteos y mantecas. Se cree que el consumo constante de estas grasas contribuye a la presencia de aterosclerosis.
- **Ácidos grasos poliinsaturados:** son aquellos que contienen dos o más dobles ligaduras en su estructura; se encuentran en forma líquida a temperatura ambiente, ejemplos de ellos son la semilla de girasol, cártamo, canola; todos los aceites vegetales entran en esta categoría.
- **Ácidos grasos monoinsaturados:** presentan un solo enlace. Para indicar dónde se encuentra el enlace se antepone la letra "n" o la omega  $\omega$  (según el autor que la cite); así, se localizan omega 3, 6 o 9; sus fuentes son aceites como el oleico, de olivo, en pescados grasos de agua fría como el salmón, el aceite de semilla de uva (pita) y el de aguacate. Este tipo de aceites evita la formación de capas de aterosclerosis, infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares; se recomienda que los aceites sean extra virgen, es decir, que se obtengan en la primera extracción en frío; el consumo de este tipo de aceites son la mejor opción para una buena salud.

Existen también los **ácidos grasos trans**, que son insaturados (monoinsaturados y poliinsaturados), cuyos dobles enlaces presentan una configuración tipo *trans*, es decir, un doble enlace entre los átomos de carbono, cuyos átomos de hidrógeno se localizan en lados opuestos a la molécula del ácido graso. Esto es nocivo, pues la molécula del ácido graso adquiere mayor rigidez y se comporta más como grasa saturada. Los dobles enlaces de tipo *trans* modifican las propiedades físicas, químicas y biológicas de los ácidos grasos poliinsaturados, los convierten en biológicamente inactivos y tóxicos, lo que puede ocasionar mayor riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares.

El consumo de ácidos grasos saturados y ácidos grasos *trans* se relaciona con enfermedades circulatorias, cardíacas o ambas.

### **Ácidos grasos indispensables**

Los ácidos grasos poliinsaturados indispensables (AGPI) para mantener la vida y la salud son producidos por los vegetales y peces de aguas frías, como los arenques, salmón y sardinas, entre otros; pero no por el ser humano. El organismo no los puede sintetizar y es necesario ingerirlos con la dieta.

Los ácidos grasos indispensables son el ácido linoleico n-6 y el ácido  $\alpha$  linolénico n-3. Son precursores de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI-CL) araquidónico (AA)

y docosahexaenoico (ADH) de manera respectiva. A falta de los ácidos linoleico y linolénico, se vuelve indispensable el ácido araquidónico.

El consumo de los AGPI se relaciona con:

- Mejor desarrollo cerebral fetal cognitivo del recién nacido.
- Reducción en la concentración de triacilgliceroles a través de la oxidación correcta de ácidos grasos, que inhibe la lipogénesis, evitando la obesidad.
- Disminución en la resistencia a la insulina en el caso de la diabetes mellitus y mejor actividad hepática.
- Su actuación como agentes citotóxicos para ciertas células tumorales; tienen un efecto antiinflamatorio, por lo que mejora el pronóstico de cáncer.
- Producción de lipoproteínas de alta densidad, con efecto benéfico contra enfermedades cardiovasculares.

Las principales fuentes de n-6 son aceite de maíz, cártamo y soya; las fuentes de n-3 son linaza y aceites de pescados de aguas frías, aceite de canola y soya.

### ***Colesterol***

Pese a que el colesterol siempre es tomado como el villano de la película, tiene muchas funciones dentro del organismo, entre ellas:

- Es precursor de hormonas esteroideas, como los estrógenos y la testosterona.
- Es necesario para la producción de vitamina D o calciferol.

### ***Transporte***

Como la grasa es insoluble en agua requiere de un transporte llamado lipoproteína, es decir, la grasa se une a una proteína para poder ser transportada en la sangre. Las lipoproteínas se dividen en:

- **Lipoproteínas de alta densidad:** evitan infartos de miocardio; contienen 50% de proteína; se originan en el hígado; realizan la depuración del colesterol de los tejidos periféricos, transportándolo al hígado para su transformación en ácidos biliares; se le denomina colesterol protector.
- **Lipoproteínas de densidad intermedia:** son un complejo poliproteínico que contiene unos 0.95 y 1.064 g/mL. En personas sanas y en pacientes con hiperlipoproteinemia existen cantidades mínimas de lipoproteínas, las cuales se encuentran de manera intermedia en la transformación de las de alta y baja densidad.
- **Lipoproteínas de baja densidad y quilomicrones:** se quedan en las arterias produciendo un fenómeno llamado ateroma, que disminuye la luz de la arteria; por lo general son sintetizadas en el hígado; contienen la mayor parte del colesterol circulante.

### ***Funciones***

Los lípidos tienen muchas funciones en el organismo:

- Forman una película aislante en todo el cuerpo que evita la pérdida de calor.
- Reservan energía.

- Forman estructuras en la membrana celular.
- Son precursores de vitamina D y hormonas esteroideas.
- Proporcionan energía 9 kcal/g.
- Las grasas funcionan también como medio de transporte de las vitaminas liposolubles A, D, E y K.
- Proporcionan una sensación de saciedad y dan sabor a la dieta.
- Mejoran la textura de carnes y otros alimentos.
- Se recomienda que entre 25 y 35% del valor calórico total sea proporcionado por la grasa. Sin embargo, diversos estudios han indicado que se requiere de 25 a 30% de grasa para prevenir cardiopatía isquémica.
- Se debe tener una proporción entre el tipo de ácido graso que se utilice: saturados de menos de 10%, poliinsaturados de 5 a 10%, y monoinsaturados de 10 a 12%. Esto implica reducir el consumo de grasas de origen animal y aumentar las de origen vegetal.
- El consumo de colesterol no debe ser mayor de 200 mg al día.

### Fuentes

#### 1. Lácteos:

- Leche entera.
- Crema o leche evaporada.
- Crema ácida.
- Queso crema.
- Helado.
- Mantequilla.

#### 2. Aceites:

- Aceite para cocinar.
- Mayonesa.
- Aderezos para ensalada (ricos en aceite).
- Mantequilla de cacahuete.

#### 3. Carnes:

- Costilla de res, carne molida.
- Grasa y jugo de res.
- Tocino o salchichas de cerdo.
- Carnes frías (mortadela, salami, paté de cerdo, pastel de pimiento).
- Caldo de pollo.

#### 4. Alimentos horneados:

- Panecillos, donas o galletas dulces (comerciales).
- Pastel blanco o de chocolate con betún (comercial).

En el **cuadro 1-6** se muestra la proporción de grasa contenida en algunos alimentos.

## Vitaminas

El primero en denominar a las vitaminas fue Casimir Funk en 1919, quien aisló un concentrado relacionado con la pirimidina del arroz integral que curaba la pelagra. Observó que contenía

**Cuadro 1-6. Proporción de grasa en algunos alimentos**

Alimento	Proporción de lípidos en 100 g
Manteca	70%
Mantequilla	83%
Nata y crema de leche	30%
Margarina vegetal	83.5%
Yema de huevo	33%
Leche entera	3.9%
Huevo entero	12%
Pollo	3%
Cerdo	16%

nitrógeno en forma básica y podía ser una amina. Consideró a este compuesto "vital para la vida", por lo cual lo denominó vitamina, aun cuando no necesariamente las vitaminas son aminas. Las vitaminas son compuestos orgánicos que presentan estructuras químicas independientes.

Las vitaminas, del latín *vita* (vida) y del griego *ammoniakós* (amoníaco), con el sufijo latino *ina* (sustancia), son un conjunto de compuestos heterogéneos indispensables para la vida. Se encuentran en los alimentos en pequeñas cantidades. El organismo humano los requiere en cantidades mínimas. Son necesarias para el correcto funcionamiento fisiológico; actúan como catalizadoras en todos los procesos fisiológicos de forma directa o indirecta.

Las vitaminas son precursoras de coenzimas, es decir, grupos prostéticos de las enzimas para la producción de energía; regulan la síntesis de compuestos. Tanto la deficiencia como el exceso de compuestos pueden producir enfermedades que van de leves a graves, e incluso la muerte.

La deficiencia de vitaminas se denomina avitaminosis, y el exceso hipervitaminosis. En general, las vitaminas son lábiles. La luz favorece las reacciones de oxidación, sobre todo de las vitaminas hidrosolubles como la riboflavina, tiamina y ácido ascórbico. El oxígeno desnaturaliza la vitamina A, C,  $\beta$ -caroteno, cianocobalamina, vitamina D, ácido fólico, tiamina y tocoferol. La temperatura, remojar los alimentos, lavarlos, cortarlos, triturarlos o licuarlos también contribuye a destruir las vitaminas, sobre todo la vitamina C.

### Clasificación

Por su solubilidad, las vitaminas se dividen en:

- **Liposolubles:** A, D, E y K.
- **Hidrosolubles:** C y complejo B.

### Vitaminas liposolubles

A continuación se describen las características más importantes de las vitaminas liposolubles.

1. **Vitamina A**
  - a) Historia.

- b) La vitamina A fue la primera en descubrirse de forma simultánea en 1913 por McCollum y Davis, en la Universidad de Wisconsin, y por Osborne y Mendel en la Universidad de Yale, EUA. Es un término que se utiliza para describir los compuestos del retinol (se denominan retinoides). En la naturaleza existe en tres formas activas: retinol, retinal y ácido retinoico. La vitamina A tiene provitaminas (carotenoides), que se encuentran en las plantas.
- c) Estabilidad.
- d) Es estable a la luz, calor y por lo general a los métodos tradicionales de cocción; se destruye por oxidación, secamiento, temperaturas muy altas y luz ultravioleta.
- e) Nombres.
- f) Retinol (alcohol), retinal (aldehído), ácido retinoico (ácido); en los vegetales se encuentra en forma de caroteno.
- g) Funciones:
- Forma parte de los pigmentos visuales de los bastones y conos de la retina, por lo que es un fotorreceptor.
  - Es esencial para el crecimiento, desarrollo y diferenciación de las células epiteliales.
  - Ayuda al crecimiento de los tejidos en general y del sistema óseo.
  - Auxilia al mantenimiento normal del tejido epitelial.
  - Funciona como antioxidante.
  - Función inmunitaria.
  - Interviene en la reproducción.
  - Es tóxica.
- h) Deficiencia:
- Nictalopatía, alteración a la adaptación a la oscuridad por imposibilidad de la retina para regenerar rodopsina; los individuos con esta deficiencia son incapaces de ver en la penumbra; se le conoce como ceguera nocturna.
  - Xeroftalmia, atrofia de las glándulas perioculares, hiperqueratosis de la conjuntiva, y afección de la córnea, lo que ocasiona reblandecimiento o queratomalacia, y ceguera irreversible.
  - Alteraciones en el desarrollo embrionario, espermatogénesis y aborto espontáneo.
  - Disminución de osteoclastos y como consecuencia trastornos de inmunocompetencia, con una reducción en el número y la capacidad de respuesta mitógena de los linfocitos T en la circulación; por tanto, mayor susceptibilidad a infecciones.
  - Queratinización de las mucosas del sistema respiratorio, tubo digestivo, sistema urinario, piel y epitelio del ojo.
  - Hiperqueratosis folicular, "piel de ganso" (la piel se torna seca, escamosa y áspera); por lo general se manifiesta en antebrazos y muslos.
- i) Toxicidad.
- La toxicidad se produce cuando se consumen más de 1 000 veces la cantidad requerida; su sintomatología se caracteriza por labios secos, sequedad de la mucosa nasal, eritema, pérdida de cabello, fragilidad en las uñas, cefalea, náuseas y vómito.
- j) Fuentes:
- Hígado, riñón, grasa de la leche, margarina fortificada, yema de huevo, verduras de hojas amarillas y verde oscuro, chabacano, melón y durazno.

## 2. Vitamina D

- a) Historia:
- Descubierta en 1907 por el bioquímico Elmer McCollum en la Universidad de Wisconsin, EUA.

- b) Estabilidad:
- Estable al calor y a la oxidación.
- c) Nombres:
- Dos esteroides que se encuentran en animales en forma de 7-deshidrocolesterol y en plantas ergosterol.
- d) Funciones
- Mantenimiento de la homeostasia del calcio y del fósforo con diferentes actividades:
- En el intestino delgado favorece el transporte activo de calcio y fósforo.
  - En el hueso funciona junto con la PTH y los estrógenos regulando la movilización de calcio y fósforo.
  - En el riñón aumenta la reabsorción de calcio y fósforo.
  - Se considera una prohormona, indispensable para el crecimiento, desarrollo normal, formación y mantenimiento de huesos y dientes.
- e) Deficiencia:
- Se manifiesta como raquitismo en niños y osteomalacia en adultos:
- Raquitismo: deficiente mineralización en organismos en crecimiento; dolor óseo; hipersensibilidad muscular y tetania hipocalcémica; los huesos se tornan blandos y flexibles, por lo que no pueden sostener cargas; piernas arqueadas, tórax de paloma, y rosario raquítico.
  - Osteomalacia: se caracteriza por reducción de densidad ósea y pseudofracturas en columna, fémur y húmero, con debilidad muscular e hipersensibilidad ósea.
- f) Toxicidad
- Los cambios más importantes de la toxicidad de la vitamina D se dan por la hipercalcemia (consumo excesivo de calcio), lo que ocasiona calcificación ósea excesiva y de tejidos blandos como riñón (cálculos), pulmones y membrana timpánica que puede producir sordera.
- Los primeros síntomas son:
- Pérdida de apetito.
  - Dolor de cabeza.
  - Náuseas y vómito.
  - Polidipsia (sed excesiva).
  - Debilidad corporal y nerviosismo.
  - Hipertensión arterial.
- g) Fuentes:
- La principal fuente de vitamina D es la luz solar, que convierte el 7-deshidrocolesterol en colecalciferol; en cuanto a fuentes en alimentos se encuentra en la leche fortificada, hígado, yema de huevo, salmón, atún y sardinas.

### 3. Vitamina E

- a) Historia:
- En 1922, Hebert Evans y Katherine Bishop realizaron una serie de investigaciones relacionadas sobre la influencia que tenía la nutrición sobre la reproducción en animales de laboratorio; los animales que fueron alimentados con manteca rancia presentaron trastornos en la reproducción. En 1925, Emerson aisla y purifica este factor, lo denomina tocoferol, cuya etimología proviene del griego *tokos*, que significa nacimiento, y del verbo *pherein*, manifestar o poner a la luz. El sufijo *-ol* se añadió para indicar su naturaleza alcohólica.

b) Estabilidad:

Los tocoferoles se oxidan con facilidad con el aire, sobre todo en presencia de hierro y otros metales.

c) Nombres

Tocoferoles. El más importante es el  $\alpha$ -tocoferol.

d) Funciones:

- Antioxidante, protege a los lípidos insaturados de la autooxidación.
- Protege a los eritrocitos, células musculares y nerviosas de los efectos nocivos producidos por los radicales libres.
- Ejerce una influencia sobre el sistema inmunitario, ya que el poder bactericida de los leucocitos es considerable, por lo cual mejora la respuesta inmunitaria.
- Se cree que disminuye la adhesividad de las plaquetas al colágeno, lo que puede tener un efecto preventivo para la formación de trombos, y con ello evitar infartos y accidentes cerebrovasculares.
- Las lipoproteínas de baja densidad sólo tienen efecto aterogénico cuando han sido modificadas por los radicales libres; la vitamina E tiene capacidad protectora, pero no modifica su concentración sanguínea.
- Por su acción antioxidante, tiene la capacidad de protección frente a diversos tóxicos, como metales pesados, plomo y mercurio; productos hepatotóxicos, como el tetracloruro de carbono, benceno y cresol; también protege contra contaminantes ambientales, como el ozono y el óxido nitroso.

e) Deficiencia:

En general, la deficiencia de vitamina E es subclínica. Se han estudiado afectaciones en el sistema inmunológico con una limitada proliferación celular y función fagocítica; sin embargo, no existen resultados consistentes. Algunos de los resultados obtenidos son los siguientes:

- Se presentan alteraciones neuropatológicas en pacientes, como distrofia neuroaxonal, que afecta al núcleo *gracilis*.
- Anemia hemolítica del recién nacido.

f) Toxicidad:

- Desplaza otros antioxidantes solubles en grasas y rompe el balance natural del sistema antioxidante.
- Inhibe las enzimas citosólicas glutatión S-transferasas, que contribuyen a detoxificar drogas y toxinas endógenas.
- Tiene propiedades anticoagulantes, con efectos antiplaquetarios con probabilidad de hemorragia.

g) Fuentes:

Es sintetizada sólo en el reino vegetal. Su fuente principal son los aceites vegetales, como el de girasol y palma, nueces, cacahuates y aguacate.

#### 4. Vitamina K

a) Historia:

Proviene de la palabra danesa *koagulation* (coagulación), fue descubierta en 1929 por Henrik Dam y Edgard Doisy, quienes obtuvieron el Premio Nobel en 1943 por su trabajo sobre la vitamina.

b) Estabilidad:

Resiste calor y humedad. Se destruye en medio ácido, básico y agentes oxidantes; es inestable a la luz; el congelamiento disminuye en 20% el contenido de vitamina K.

- c) Nombres
- Vitamina K1, filoquinona, se encuentra en vegetales de hojas oscuras, hígado, aceites vegetales y cereales integrales.
  - Vitamina K2, menaquinona, sintetizada por la flora bacteriana del intestino.
  - Vitamina K3, menadiona sintética, suplemento alimentario.
- d) Funciones
- Participa en el hígado en la síntesis de algunos factores que forman parte de la llamada cascada de la coagulación (factores II, VII, IX, X; proteína C, S y Z), cuyo fin es detener hemorragias de vasos sanguíneos dañados por la formación de un coágulo.
  - Participa en el metabolismo del hueso, pues una proteína ósea llamada osteocalcina requiere vitamina K para su maduración; promueve así la formación ósea.
- e) Deficiencia:
- Es rara por la presencia de vitamina K2 y la reserva de vitamina K del hígado. En caso de presentarse, ocasiona una coagulación deficiente, lo cual provoca sangrado espontáneo o prolonga el tiempo de coagulación.
  - Los síntomas incluyen sangrado de nariz, encías, intestino, menstruación abundante, moretones ante traumatismos mínimos.
  - Las personas con riesgo a tener deficiencia de vitamina K son aquellas que toman ciertos fármacos, como anticoagulantes, anticonvulsivos, algunos antibióticos y ácido acetilsalicílico; personas con alteraciones en la absorción de grasa, como obstrucción biliar, pancreatitis; enfermedades hepáticas en prematuros, pues el intestino no se ha colonizado; ocasiona enfermedad hemorrágica del recién nacido.
- f) Toxicidad:
- No se han encontrado efectos nocivos en las formas naturales; sin embargo, en la forma sintética puede interferir con la función del glutatión, antioxidante que protege las células de los radicales libres; en el recién nacido puede provocar daño hepático, ictericia y anemia hemolítica.
- g) Fuentes:
- Vegetales verdes, espinaca, col, brócoli, lechuga, perejil, espárragos, cereales integrales, hígado.

## Vitaminas hidrosolubles

El exceso de vitaminas hidrosolubles se desecha por la orina, sin embargo, algunas de ellas presentan toxicidad.

### 1. Vitamina C

- a) Historia
- Walter Haworth determina la estructura del ácido ascórbico, por lo que recibe el Premio Nobel en 1937; Albert Szent-Györgyi estudia las funciones biológicas de esta vitamina, también recibe en 1937 el Premio Nobel por Medicina.
- b) Estabilidad
- Inestable a la luz, calor, oxidación.
- c) Nombres
- Ácido ascórbico.
- d) Funciones
- Potente antioxidante, cofactor enzimático para la biosíntesis, actúa como donador de electrones en ocho enzimas diferentes:

- Tres actúan en la hidroxilación del colágeno, por lo que es esencial para el desarrollo y mantenimiento de tejido de cicatrización, vasos sanguíneos y cartílago.
  - Dos enzimas son necesarias para la síntesis de carnitina, la que se requiere para el transporte de ácidos grasos hacia la mitocondria para la generación de ATP.
  - Tres tienen las funciones en participación en la biosíntesis de noradrenalina a partir de dopamina, la segunda estabiliza a las hormonas peptídicas y la última modula el metabolismo de la tiroxina.
  - Interviene en el desarrollo de dientes, huesos, cartílagos; reparación del tejido conjuntivo normal.
  - Interviene en el sistema inmunitario, ya que fortalece la capacidad citotóxica de los neutrófilos (leucocitos).
  - Facilita la absorción del hierro.
  - En dosis de 1 000 mg al día reduce los niveles de plomo en la sangre.
- e) Deficiencia
- Escorbuto, caracterizado por hemorragias en piel, articulaciones, encías, cansancio, irritabilidad y pérdida de apetito, pérdida de dientes, pues disminuye la producción de colágeno.
  - Baja de defensas, por lo que se está más expuesto al ataque de microorganismos.
- f) Toxicidad
- Diarrea.
  - Cálculos renales en personas propensas.
- g) Fuentes
- Frutas y verduras, sobre todo cítricos y guayaba.

## 2. Vitamina B1 (tiamina)

- a) Historia
- Eijkmann publicó un artículo sobre un síndrome neurológico, tipo beriberi, en pájaros alimentados a base de una dieta de arroz muy purificado. Fue aislada hasta 1926 por Cansen y Donath, y sintetizada 10 años más tarde por Williams y Cline.
- b) Estabilidad
- El clorhidrato es estable en forma seca y en solución ácida, e inestable en soluciones alcalinas; aumenta su descomposición a medida que asciende la temperatura; el monohidrato de tiamina es más resistente que el clorhidrato.
- c) Nombres
- Monohidrato de tiamina y clorhidrato de tiamina.
- d) Funciones
- Descarboxilación oxidativa de los  $\alpha$ -ácidos carboxílicos, catalizada por los complejos de deshidrogenasas, se lleva a cabo en la mitocondria y es necesaria para la formación de acetil CoA a partir del piruvato y la producción de succinil CoA en el ciclo del ácido cítrico.
  - Necesaria para la producción de acetilcolina.
  - La reacción de transcetolasa de la vía de las pentosas fosfato que interviene en el metabolismo de carbohidratos síntesis de ácidos nucleicos y de NADPH.
- e) Deficiencia
- Beriberi. Se puede presentar de forma seca y húmeda; en ambas presenta grave alteración del sistema nervioso y cardiovascular.
  - Primeros síntomas: anorexia, indigestión, estreñimiento, malestar general, sensación de pesadez y debilidad en piernas, dolor en los músculos de la pantorrilla,

- entumecimiento en las piernas, aumento de la frecuencia del pulso y palpitations, confusión mental, alteraciones de la memoria, ataxia, oftalmoplejía y nistagmo; se presenta con mayor frecuencia en alcohólicos, ya que el alcohol limita su absorción.
- Seco: intensa emaciación y debilidad musculares; pérdida de los reflejos del tobillo y rodilla; calambres musculares en pantorrillas y parálisis periférica; confusión mental; síndrome de Wernicke-Korsakoff (pérdida de la memoria inmediata, desorientación, nistagmo o movimientos de sacudida de los ojos, y ataxia, marcha tambaleante).
  - Húmedo: edema en piernas, cara, tronco y cavidades serosas debido a la insuficiencia cardíaca biventricular con congestión pulmonar; músculos tensos; aumento de las pulsaciones; distensión en venas del cuello; hipertensión arterial; disminución del volumen urinario.
  - En lactantes: cianosis, disnea taquicardia y afonía. La muerte suele producirse de forma súbita por insuficiencia cardíaca.
- f) Toxicidad  
Dosis parenterales cien veces más altas que la recomendación producen cefalea, convulsiones, debilidad muscular, arritmia y reacciones alérgicas.
- g) Fuentes  
Cereales integrales y/o enriquecidos, vísceras, leguminosas y frutos secos.
3. **Riboflavina**
- a) Historia  
Pertenece al grupo de pigmentos amarillos fluorescentes llamados flavinas. En 1879 se descubrió este pigmento amarillo verdoso en la leche. En 1932, un grupo de investigadores alemanes aisló la enzima de Warburg de la levadura; se sintetizó y denominó riboflavina en 1935.
- b) Estabilidad  
Sensible a la luz solar y tratamientos como la pasteurización, donde se pierde 20% de la vitamina.
- c) Funciones
- Componente principal de los cofactores FAD (flavín adenín dinucleótido o dinucleótido de flavina-adenina) y FMN (mononucleótido de flavina), donde juega un papel importante en la producción de energía, en el metabolismo de grasas, carbohidratos y proteínas; sirve de grupo prostético de varias enzimas que catalizan reacciones de oxidación y reducción.
  - Participa en el metabolismo de otras vitaminas.
- d) Deficiencia  
Suele acompañarse de carencia de otras vitaminas. Su deficiencia ocasiona:
- Trastornos bucales: labios agrietados y rojos, inflamación de la lengua, lengua magenta, agrietamiento en los ángulos de la boca (queilitis angular), úlceras en boca y garganta adolorida, hipertrofia o atrofia de las papilas linguales.
  - Oculares: sensación de quemazón, prurito ocular, fotosensibilidad (fotofobia), lagrimeo, pérdida de la agudeza visual.
  - Cutáneos: piel seca, dermatitis seborreica en pliegues nasolabiales, vestibulo de la nariz, en ocasiones en orejas y párpados, escroto y vulva; pérdida del cabello.
  - Neuropatía periférica.
  - Cicatrización lenta.
  - Fatiga.

- e) Toxicidad
  - El consumo de riboflavina no resulta tóxico; su baja solubilidad limita la absorción intestinal; por vía intramuscular, el exceso es excretado por orina.
  - En algunos pacientes se puede presentar picazón, entumecimiento, sensación de quemazón, sensibilidad a la luz solar.
- f) Fuentes
  - Carne, leche, queso, vegetales de hoja verde, hígado, leguminosas, productos derivados de la soya, levadura y almendras.

#### 4. Niacina

- a) Historia
  - Se inicia su estudio en el siglo XVIII. Por ser la pelagra una enfermedad común en España e Italia se aísla como sustancia química en 1867; en 1937, Elvehjem descubre que la pelagra se debe a la falta de tiamina y que el triptófano es un precursor de la niacina.
- b) Estabilidad
  - La nicotinamida y el ácido nicotínico son sólidos, blancos, cristalinos y estables.
- c) Nombres
  - Nicotinamida y ácido nicotínico.
- d) Funciones
  - Forma parte de las coenzimas NADH y NADPH, que a su vez son cosustratos de más de 200 enzimas que intervienen en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos; el NADH y NADPH facilitan el transporte de hidrógeno e intervienen en la respiración celular.
- e) Deficiencia
  - Primeros síntomas:
    - Debilidad muscular.
    - Anorexia.
    - Indigestión.
    - Erupciones cutáneas.
    - Deficiencia grave (pelagra significa piel pelada).
    - Dermatitis. Al inicio aparece una erupción en áreas expuestas al sol, similar a una quemadura de sol; en casos crónicos, la piel se vuelve más oscura; después la piel está agrietada, pigmentosa y descamativa.
    - Manifestaciones digestivas: se asocian con vómito, estreñimiento y diarrea por una irritación e inflamación del tubo digestivo; lengua roja y adolorida.
    - Síntomas neurológicos: inicia con depresión, apatía, cefalea, fatiga, pérdida de la memoria; sigue con demencia, confusión, desorientación, temblores y neuritis.
- f) Toxicidad
  - En general, no se presenta toxicidad en dosis de 1 a 2 g tres veces por día; puede ocasionar liberación de histamina, que produce rubor.
- g) Fuentes
  - Carnes magras, aves de corral, pescado, cacahuates, hongos.
  - La leche y los huevos contienen pequeñas cantidades de niacina, pero son excelentes fuentes de triptófano.

#### 5. Piridoxina

- a) Historia
  - En 1934, György descubre un agente que evitaba la dermatitis en ratas.

- b) Estabilidad  
Sensible a la luz, sobre todo con un pH alcalino.
- c) Nombres  
Formada por tres sustancias naturales: piridoxina, piridoxamina y piridoxal.
- d) Funciones  
Forma parte de más de 60 enzimas e interviene en:
- Reacciones de aminotransferasas. Cumple una función central en la biosíntesis y el catabolismo de aminoácidos dispensables.
  - Reacciones de descarboxilación. Interviene en la síntesis de poliaminas, serotonina, tiramina, histamina y ácido gamma aminobutírico.
  - Descarboxilación con formación de enlaces carbono-carbono, para la biosíntesis de hemo y esfingolípidos.
  - Reacciones de separación de cadenas laterales, para la biosíntesis de cisteína a partir de metionina y el metabolismo de aminoácidos azufrados.
- e) Deficiencia  
Se considera rara en humanos y se asocia con otras enfermedades. Se presenta dermatitis, queilosis, glositis y alteraciones en la inmunidad celular, reducción de las respuestas de hipersensibilidad retardada, depleción de los linfocitos, alteración en las funciones de las células del timo y posible anemia normocítica.
- f) Toxicidad  
Es rara por ser una vitamina hidrosoluble. Se puede presentar neuropatía periférica con marcha atáxica, ausencia de reflejos en las extremidades, alteraciones de la sensibilidad táctil de la vibración, hipotermia, dolores óseos y debilidad muscular; estos síntomas se observaron en pacientes que tomaban un suplemento de piridoxina oral de 1 a 6 g/día; los pacientes recuperan sus funciones al dejar de consumir la dosis.
- g) Fuentes  
Se encuentra en la mayoría de los alimentos, en orden decreciente: carnes, aves, pescado, algunas frutas como plátanos, frutos secos, cereales integrales, verduras.

## 6. **Ácido fólico**

- a) Historia  
Distintos investigadores llevaron a cabo de manera independiente el reconocimiento del ácido fólico, entre ellos Lucy Wills, quien en 1931 identifica al folato para prevenir la anemia en el embarazo; esta sustancia se extrajo de la espinaca en 1941 y se sintetizó en 1946 por Yellapragada Subbarao; se denominó así por su abundancia en hojas verdes.
- b) Estabilidad  
Estable a la luz solar cuando está en solución, inestable al calor en medio ácido.
- c) Nombres  
Los folatos abarcan un gran número de especies químicamente relacionadas, son el ácido pteroilmonoglutámico y sus compuestos relacionados; en los animales se encuentran cerca de cien vitámeros de folato diferentes.
- d) Funciones
- Necesario para la producción y mantenimiento de nuevas células, muy importante en periodos de crecimiento y durante el embarazo.
  - Esencial para la formación de eritrocitos y leucocitos en la médula ósea y para su maduración.

- Interviene en la replicación del DNA.
- Se requiere para las reacciones de metilación.
- Formación de purina.
- Conversión de histidina en ácido glutámico.

e) Deficiencia

Primeros síntomas:

- Diarrea, pérdida del apetito, pérdida de peso, debilidad, lengua adolorida, dolor de cabeza, taquicardia, irritabilidad y trastornos de conducta.
- La deficiencia de ácido fólico durante el embarazo ocasiona productos de bajo peso al nacer, prematuros y con defectos del tubo neural, espina bífida.
- En adultos, anemia (macrocítica, megaloblástica), signo avanzado de deficiencia.
- En niños, retardo en el crecimiento.
- Existen algunos fármacos que interfieren con la síntesis del ácido fólico, como las sulfonamidas, o utilizados contra el cáncer como el metrotexato.

f) Toxicidad

No se han reportado efectos adversos a las dosis por vía oral.

g) Fuentes

Hojas verdes, sobre todo espinaca, espárrago y brócoli; hongos; carnes en general, y cereales integrales.

7. **Vitamina B<sub>12</sub> (cianocobalamina)**

a) Historia

Aislada en 1948, fue la última vitamina identificada por un grupo de científicos de Merck, junto con los laboratorios Glaxo. Se le conoce como factor extrínseco.

b) Estabilidad

- El tratamiento térmico intenso como la evaporación produce pérdidas importantes; es inestable en condiciones alcalinas y sensible a la luz solar; las sales férricas la estabilizan.
- La megadosis de vitamina C puede afectar de modo adverso la disponibilidad de B<sub>12</sub> en los alimentos. Herbert publicó en 1979 que la megadosis de vitamina C destruye a la vitamina B<sub>12</sub>, ya que se convierte en análogos (otros compuestos similares) sin función biológica por la acción antioxidante de la vitamina C.

c) Nombres

Cianocobalamina e hidroxocobalamina.

d) Funciones

- Actúa como coenzima, en reacciones de isomerización, deshidrogenación y metilación.
- Interviene en la utilización de ácidos grasos, en la síntesis de metionina a partir de homocisteína.
- Participa en la formación y maduración de eritrocitos.

e) Deficiencia

- Deficiencia del crecimiento.
- Desmielinización discontinua, difusa y progresiva, inicia por los nervios periféricos y se extiende en dirección central, con entumecimiento, sensación de hormigueo, ardor en pies, rigidez y debilidad generalizada en piernas, alteraciones del intelecto y depresión.
- Anemia macrocítica (perniciosa), con un tinte amarillo resultado de la ictericia por una eritropoyesis ineficaz.
- Lengua roja, carnosa y lisa.

- f) Toxicidad  
En algunos pacientes pueden presentarse reacciones alérgicas.
- g) Fuentes
  - Es sintetizada por la microflora intestinal.
  - Carne y productos cárnicos y, en menor grado, leche y productos lácteos.
  - No se encuentra en productos vegetales.

## 8. **Ácido pantoténico (B<sub>5</sub>)**

- a) Historia  
Fue descubierto en 1931 por los científicos estadounidenses R. J. Williams y J. H. Truesdail. Su nombre deriva del griego *pantóthen*, que significa "de todas partes"; se encuentran pequeñas cantidades de ácido pantoténico en casi todos los alimentos.
- b) Estabilidad  
Estable al calor, luz y oxidación.
- c) Nombres  
Ácido pantoténico, provitamina pantenol análogo de alcohol y pantotenato de calcio.
- d) Funciones
  - Componente de la molécula CoA y, por ende, en la producción de energía a partir de carbohidratos, proteínas y lípidos.
  - Se requiere para la síntesis de ácidos grasos, colesterol, hormonas tiroideas.
  - Se encuentra en todas las células.
- e) Deficiencia  
Sólo se ha observado en mujeres de edad avanzada después de administrar agentes antagonistas y se acompaña de deficiencia de otros nutrimentos, los síntomas incluyen fatiga, irritabilidad, inquietud, trastornos del sueño, depresión, retraso en la cicatrización.
- f) Toxicidad  
No hay efectos adversos, en dosis masivas se ha observado malestar intestinal leve y diarrea.
- g) Fuentes
  - Es sintetizada por la flora intestinal.
  - Se encuentra en todos los alimentos vegetales y animales. Las mejores fuentes son champiñones, brócoli, pastas, aguacate, leche, yema de huevo, riñón, hígado y vísceras, legumbres, cacahuates, salmón y levadura.

## 9. **Biotina**

- a) Historia  
Se aisló en 1936 y se sintetizó en 1943.
- b) Estabilidad  
La avidina, presente en la clara de huevo cruda, se une a la biotina e impide su absorción, en general es estable a los tratamientos térmicos, luz y oxidación.
- c) Nombres  
Biotina.
- d) Funciones
  - Interviene en reacciones de carboxilación y descarboxilación de la CoA para la producción de energía.
- e) Deficiencia  
La biotina se encuentra distribuida de forma amplia en la naturaleza, por lo que su deficiencia es rara. Además de ser sintetizada por la flora bacteriana, se puede provocar su deficiencia si se consume clara de huevo cruda. Se manifiesta como:

**Cuadro 1-7. Macroelementos**

Principales cationes	Principales aniones
Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )	Fósforo (P)
Magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ )	Cloro ( $\text{Cl}^-$ )
Sodio ( $\text{Na}^+$ )	Azufre (S)
Potasio ( $\text{K}^+$ )	

- Dermatitis seborreica.
- Alopecia.
- Parálisis.
- Depresión.

f) Toxicidad

g) Fuentes

Leche, hígado, yema de huevo, vegetales; sintetizada por la microflora intestinal.

#### 10. Nutrimientos inorgánicos

a) Los nutrimentos inorgánicos se clasifican de acuerdo con su concentración en el organismo en macroelementos y microelementos (**cuadros 1-7 y 1-8**).

b) Funciones generales de los nutrimentos inorgánicos

Los nutrimentos inorgánicos por lo general se encuentran en forma iónica y desempeñan muchas funciones esenciales tanto como iones en líquidos corporales como de forma estructural, entre sus principales funciones se tiene que:

- Forman parte de enzimas, vitaminas, hormonas, cofactores en el metabolismo, catabolismo y activadores enzimáticos.
- Constituyen las estructuras de huesos y dientes.
- Mantienen el equilibrio ácido-base, por lo que regulan el pH de la sangre y otros líquidos corporales.
- Mantienen la presión osmótica, y por ello regulan el intercambio de agua y solutos en el cuerpo.
- Son constituyentes estructurales de tejidos blandos.
- Facilitan el transporte de nutrimentos a través de las membranas.
- Son neurotransmisores.
- Intervienen en los procesos de crecimiento y sistema inmunitario.

**Cuadro 1-8. Microelementos**

Cobalto (Co)	Hierro (Fe)	Manganeso (Mn)	Cromo (Cr)
Níquel (Ni)	Vanadio (V)	Molibdeno (Mo)	Yodo (I)
Estaño (Sn)	Cobre (Cu)	Silicio (Si)	
Flúor (F)	Zinc (Zn)	Selenio (Se)	

A continuación se describen algunos nutrimentos inorgánicos importantes para la nutrición.

## 11. Calcio

- El calcio es el nutrimento inorgánico más abundante en el organismo, se relaciona con la biología del fósforo. Es el catión divalente más abundante en el organismo humano, constituye de 1.5 al 2% del peso total. Más de 99% del calcio en el organismo y 85% de fósforo se localiza en el esqueleto.
  - En general, el ser humano tiene mecanismos capaces de conservar el calcio y mantener constantes las concentraciones en la célula y líquido extracelular. Las funciones del calcio son tan importantes que en caso de una deficiencia los mecanismos del cuerpo desmineralizan el hueso para mantener los niveles. El sistema endocrino contribuye a mantener la homeostasia del calcio y del fósforo, donde intervienen dos hormonas polipéptidas: paratiroidea y calcitonina.
- a) Funciones
- Estructura y mantenimiento de huesos y dientes.
  - Liberación de neurotransmisores.
  - Permeabilidad y estabilidad de las membranas celulares, y por ello el transporte de nutrientes por la célula.
  - Liberación o activación de enzimas, entre ellas la lipasa pancreática, fosfatasa, ATPasa.
  - Contractilidad del músculo liso, promueve el tono muscular.
  - Estimula la liberación de tromboplastina de las plaquetas, por lo que interviene en la coagulación de la sangre.
- b) Deficiencia
- Se pueden presentar dolores y calambres en piernas, articulaciones, palpitaciones, arritmia, mayor propensión a caries, debilidad en uñas, elevación de niveles de colesterol, nerviosismo, hiperactividad e irritabilidad, y osteoporosis.
  - La disminución de estrógenos es un factor de riesgo para la osteoporosis, por lo que en caso necesario se debe suministrar tratamiento de reemplazo.
  - La osteoporosis es la patología caracterizada por la disminución de la masa ósea, ocasiona susceptibilidad a fracturas, en especial en muñeca, columna vertebral y cadera; las mujeres en la menopausia y personas de edad avanzada de ambos sexos son un grupo de riesgo.
- c) Factores que interfieren en la absorción y excreción de calcio
- Las fibras de la dieta producen una quelación del calcio y otros minerales; el ácido oxálico en la espinaca y acelga forma oxalato de calcio que es insoluble; el ácido fítico, presente en cereales integrales, forma fitato de calcio que interfiere en su absorción; algunos fármacos —como los diuréticos, tiazidas—, el consumo de cafeína y el tabaquismo provocan también pérdidas mayores de calcio renales.
- d) Toxicidad
- La administración de calcio es inocua, su exceso puede ser eliminado. Si no existen causas que produzcan hiperpotasemia o nefrolitiasis, se pueden ingerir de 1000 a 2500 mg/día; se debe evitar una ingesta superior, ya que puede ocasionar estreñimiento, vómito, cálculos renales, calcificación de huesos y tejidos blandos.
- e) Fuente
- Leche y derivados, tortilla nixtamalizada, sardinas, charales.

## 12. Fósforo

Ocupa el segundo lugar en abundancia después del calcio, 80% se encuentra en el esqueleto y los dientes, y el 20% restante en las células del cuerpo y el líquido extracelular.

### a) Funciones

- Se combina con el calcio para formar fosfato cálcico, constituyente de huesos y dientes, mayor reserva del cuerpo.
- Forma parte del DNA, RNA.
- Forma parte de los fosfolípidos de las membranas celulares.
- Importante función energética, al ser el constituyente esencial de las moléculas energéticas de las células musculares (el ATP (trifosfato de adenosina) y el fosfato de creatina), responsable de todas las reacciones energéticas para la contracción muscular.
- Forma parte de la mielina, sustancia que recubre los nervios y es esencial para la correcta transmisión del impulso nervioso.
- Se requiere para el crecimiento, al participar de forma activa en la división de las células.

### b) Deficiencia

- Dada la amplia disponibilidad de éste es muy raro que exista deficiencia, sólo se presentan carencias en personas con alguna patología, o bien que consuman antiácidos con frecuencia, que reducen la absorción.
- El fósforo y el calcio se encuentran en igual proporción en el organismo, de tal manera que la abundancia o la carencia de uno afecta a la absorción del otro. La relación entre estos dos está regulada por la hormona paratiroidea.
- El exceso de trabajo muscular puede hacer que se elimine mayor cantidad de fósforo por la orina, pero no llega a producir carencias.
- Se puede presentar pérdida de masa ósea, con osteomalacia y osteoporosis, y debilidad muscular.

### c) Toxicidad

Una elevación persistente de hormona paratiroidea puede ocasionar una reducción de la masa y densidad ósea.

### d) Fuente

Leche y productos lácteos, yema de huevo, carne, pescado, aves, nueces, leguminosas, cereales integrales.

## 13. Magnesio

Es un catión intracelular. El ser humano tiene de 20 a 28 g de éste; el 60% se encuentra en hueso, el 26% en músculo, y el restante en tejidos blandos y líquidos corporales. Desempeña un papel importante en numerosas reacciones celulares. En 1950 se describió la depleción de magnesio en alcohólicos y en pacientes sustentados con alimentación parenteral.

### a) Funciones

Estabilizador de las estructuras del ATP (trifosfato de adenosina), es un cofactor para más de 300 enzimas que intervienen en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos; entre las reacciones se encuentran la síntesis de ácidos grasos y proteínas, la fosforilación de la glucosa y reacciones de transquetolasa; es necesario para la formación del AMP (monofosfato de adenosina) cíclico, transmisión y actividad neuromuscular; en la contracción muscular, el calcio es un estimulador y el magnesio actúa como relajador; forma parte del cristal óseo y fosfolípidos.

- b) **Deficiencia**  
Es muy rara. Se presenta excitación nerviosa y muscular excesiva con temblores, espasmos musculares, cambios en la personalidad, anorexia, náuseas y vómito, tetania, sacudidas mioclónicas, convulsiones, alteraciones en la capacidad de respuesta de la hormona paratiroidea, calambres, mialgias, debilidad, latidos cardiacos irregulares, hipotensión.
- c) **Toxicidad**  
Alteraciones del sistema nervioso central con anestesia e incluso parálisis; puede inhibir la calcificación; es poco probable su toxicidad.
- d) **Factores que intervienen en la absorción, excreción o ambas**  
El consumo excesivo de calcio, proteína, vitamina D y alcohol aumentan los requerimientos, así como personas con estrés físico o psicológico.
- e) **Fuentes**  
Semillas, nueces, leguminosas, cereales integrales. El magnesio se pierde durante el refinamiento de los cereales y hojas verdes, pues el magnesio forma parte de la clorofila; leche.

#### 14. **Sodio, potasio y cloruro**

Claude Bernard fue el primero en dividir los diferentes compartimientos líquidos en el organismo en líquido extracelular y líquido intracelular; y determinar las concentraciones de solutos y la estrecha relación entre ambos (cuadro 1-9).

El líquido extracelular tiene una solución de cloruro de sodio al 0.9% y el catión que predomina en el líquido intracelular es el potasio. Smith (OMS, 1991) determina que el riñón tiene un papel importante en la regulación de ambos compartimientos por mantener en una relación límites estrechos del contenido de sodio, cloro y potasio a través de un proceso llamado homeostasia, que se refiere a:

- Cuando la ingesta es baja, la excreción urinaria es baja.
  - Si sodio y cloro descienden por debajo del nivel basal, el organismo entra en un estado de déficit de cloruro de sodio; retiene la sal ingerida hasta compensar este déficit.
  - Cuando el sodio orgánico supera el nivel basal, superávit, se excreta el sodio y cloro.
- La homeostasia de estos solutos es esencial para mantener el medio interno, a través de sistemas reguladores que son los siguientes:

Mecanismos que controlan la ingesta de agua y solutos; el apetito de sal impulsa al organismo a tomar sodio y cloro a través del sistema renina angiotensina; un aumento en la osmolaridad plasmática superior a 288 mmol/L estimula el centro de la sed.

La disminución de la osmolaridad inhibe la secreción de arginina vasopresina, hormona antidiurética, que actúa sobre el túbulo colector renal aumentando la permeabilidad de agua.

**Cuadro 1-9. Concentraciones de electrólitos en los diferentes compartimientos**

Nutriente	Extracelular	Intracelular
Sodio	135/145 mmol/L	—
Cloro	98/108 mmol/L	—
Potasio	3.5 /4.5 mmol/L	150 mmol/L

El sodio —principal catión extracelular— y el potasio intervienen en la regulación de la presión osmótica y mantenimiento del balance ácido-base (pH del organismo), en la regulación de la presión arterial y en la irritabilidad muscular, función muscular.

El potasio es el principal catión intracelular; interviene en la síntesis de glucógeno, proteínas y para el desdoblamiento de glucosa; participa en el balance electrolítico; es transportador de nutrimentos.

El cloro es el principal anión monovalente de los líquidos extracelulares, forma parte del ácido clorhídrico del estómago, entre sus principales funciones está mantener la presión osmótica e contribuye a la regulación del equilibrio ácido-base, también es un activador enzimático.

a) Fuentes

- Sodio: sal, todos los alimentos naturales y los procesados adicionados con sal.
- Potasio: carnes, vísceras, cítricos como naranja y mandarina, plátano y jitomate.
- Cloro: sal, todos los alimentos naturales.

15. **Hierro**

La cantidad de hierro en el organismo humano es de unos 3.8 g en el hombre y 2.3 g en la mujer.

a) Funciones

El hierro tiene dos categorías de funciones: las metabólicas o enzimáticas, y las asociadas con almacenamiento y transporte del propio metal.

La hemoglobina, proteína relacionada con las funciones oxidativas del cuerpo, contiene el 65% del hierro del organismo, su función es el transporte de oxígeno por la sangre —desde los pulmones hasta los tejidos— y está formada por cuatro cadenas de globulina y un grupo hemo.

La mioglobina contiene un 10% del hierro total; similar en estructura a la hemoglobina, proporciona oxígeno a las células del músculo esquelético y el corazón.

También el hierro forma parte de los citocromos, enzimas que intervienen en el transporte de electrones y se encuentran en las mitocondrias, y en otros organelos celulares, relacionados con la producción oxidativa de energía celular, en la formación de trifosfato de adenosina.

El citocromo P450 se localiza en particular en el hígado, e interviene en la degradación oxidativa de fármacos y sustancias endógenas. Otras enzimas hemo son las catalasas y peroxidasas, que intervienen en el metabolismo celular. Por tanto, las funciones del hierro se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Transporte y depósito de oxígeno en los tejidos en forma de hemoglobina y mioglobina, que transportan y almacenan el oxígeno.
- Procesos oxidativos, interviene en los citocromos para la producción de energía.
- Antioxidante, por las enzimas catalasas y peroxidasas que protegen a las células del peróxido de hidrógeno convirtiéndolo en oxígeno y agua.
- Síntesis de DNA, ya que forma parte de una enzima reductasa, necesaria para la división celular.
- En el sistema nervioso participa en la regulación de los procesos bioquímicos del cerebro, en la producción de neurotransmisores y funciones relacionadas con el aprendizaje, memoria, sistema motor y reguladoras de la temperatura.
- El citocromo P450 interviene en la degradación de sustancias propias del organismo (esteroides y sales biliares) y desintoxicación de otras sustancias exógenas.

- En el sistema inmunitario, la enzima mieloperoxidasa está presente en los neutrófilos que forman parte del sistema inmunológico.
- b) Deficiencia
- La deficiencia de hierro atraviesa tres estadios:
    - En el primer estadio se caracteriza por una disminución de los depósitos de hierro (ferritina sérica) sin pérdida de componentes férricos importantes, por lo que no se asocia con consecuencias fisiológicas adversas, pero representa un estado de vulnerabilidad para el individuo.
    - En el segundo existen ya cambios bioquímicos, que ocasionan una disminución en la producción de hemoglobina, y se manifiesta por una disminución de los niveles de saturación de la transferrina y un aumento de la concentración de protoporfirina; sin embargo, la concentración de hemoglobina no cae por debajo del umbral, se considera indicador de deficiencia de hierro sin anemia.
    - En el tercero se presenta una anemia ferropénica franca.
  - La anemia ocasiona una reducción de la capacidad de trabajo, ya que el individuo está cansado, con sueño, debido a un trastorno en la producción de energía celular, con una alteración en la capacidad para desarrollar ejercicio prolongado, incluso con actividades que antes podía hacer de forma fácil.
  - Regulación de la temperatura corporal: el individuo no tiene la capacidad de regular la temperatura, la cual parece relacionada con un descenso de la secreción de hormona estimulante de la tiroides.
  - Se producen alteraciones en el desarrollo motor y actividad intelectual. Se hicieron estudios en lactantes y se observó que aquellos que presentaban deficiencia de hierro, incluso en el primer y segundo estadio, mostraban menor desarrollo sensitivo, bajas habilidades motoras finas y gruesas, y reducción en la adquisición del lenguaje.
  - Incidencia de infecciones debido a las alteraciones de la función de los linfocitos y neutrófilos.
  - La piel se torna pálida, por lo general en el revestimiento de los párpados.
- c) Toxicidad
- El organismo no tiene medios efectivos para eliminar el exceso de hierro, sin embargo, la absorción de hierro está regulada por el mecanismo, por lo que no es común la toxicidad. En caso de una suplementación, puede ocasionar daño hepático, disminución de la utilización de zinc, yodo y selenio.
- d) Fuente
- Carnes magras, moronga, hígado, yema de huevo, leguminosa y cereal.

## 16. Zinc

### a) Funciones

Interviene en funciones reguladoras. Forma parte de muchas metaloenzimas que estabilizan las macromoléculas, interacción con las proteínas nucleares, que se unen para establecer secuencias de genes específicos.

Forma parte de enzimas que catalizan la formación de ésteres de fosfatos de nucleótidos; interviene en el crecimiento, ya que actúa en la síntesis de proteínas; se calcula que interviene en más de 60 enzimas.

El zinc es estabilizador de las membranas celulares; interviene en el crecimiento y maduración sexual, pues es un receptor hormonal, como en el caso de los andrógenos.

Sensibilidad normal de los sentidos del gusto y olfato. Es componente de la insulina. Como componente del cerebro, interviene en la síntesis y liberación de neurotransmisores.

## b) Deficiencia

Retraso en el crecimiento; depresión de la función inmunitaria; anorexia; dermatitis; alteración de la capacidad reproductiva; anomalías esqueléticas; diarrea y alopecia; defectos en la cicatrización, esta última sólo se observa en deficiencias graves.

La alteración de la capacidad reproductiva se manifiesta por anomalías congénitas, evolución desfavorable de la gestación y disfunción gonadal.

Atrofia tímica con anomalías en la diferenciación de los linfocitos, ya que se reduce la concentración de hormonas tímicas; alteraciones de la agudeza del gusto; trastornos de la conducta que se manifiesta en depresión.

## c) Toxicidad

Es muy rara, pero se podrían presentar erosiones gástricas, disminución del colesterol.

## d) Fuente

Carnes rojas, vísceras, pescados, huevo y cereales integrales.

17. **Cobre**

El cobre se almacena en el hígado, en el proceso de absorción del mismo influyen dos componentes que reducen ésta: el ácido ascórbico y la fructuosa; algo similar ocurre cuando las concentraciones de zinc son elevadas. Hay unos 80 mg de cobre en un organismo de 70 kg.

El cobre, junto con el hierro, es necesario para evitar la anemia. La primera deficiencia se encontró en lactantes mal nutridos. La deficiencia primaria es un trastorno genético que disminuye la absorción y metabolismo del mismo, conocida como enfermedad de Menkes, la cual es una enfermedad genética recesiva ligada al sexo. Su frecuencia es de un caso por cada 50 000 a 100 000 personas. Los pacientes presentan un deterioro mental progresivo, daño neurológico, hipotermia, hipotonía, disminución de la densidad ósea, menor crecimiento, hipopigmentación de la piel y cabello, y alteraciones del tejido conjuntivo.

Otra de las patologías que presenta problemas relacionados con el cobre es la enfermedad de Wilson, desorden genético autosómico recesivo donde existe un defecto del metabolismo del cobre, con una frecuencia de un caso por 30 000 nacimientos. En esta patología hay una disminución de la excreción biliar de cobre y una deficiencia en la incorporación de éste a la ceruloplasmina, con aumento de cobre hepático con daño al órgano, que incluso puede llevar a cirrosis hepática y, de forma secundaria, en los ganglios basales del cerebro, que produce daño neurológico con una sintomatología similar al Parkinson y en la córnea, donde se aprecia un anillo parduzco pericorneal.

## a) Funciones

El cobre tiene funciones metabólicas importantes, entre ellas:

- Formación de cuproenzimas. Cuando hay una deficiencia, se presenta un descenso de la lisil oxidasa que interviene en la síntesis de colágeno y elastina, lo que ocasiona una enfermedad vascular, con rotura espontánea de vasos principales.
- Existe una limitación del metabolismo, que altera la función de las mitocondrias, limitando la producción de energía.
- Disminuye la producción de eritrocitos, además de que acorta la vida de los mismos, produciendo anemia con toda la sintomatología de la misma.
- Interviene en la formación de pigmentos y mielinización nerviosa.
- Actúa como antioxidante inhibiendo la formación de radicales libres.

## b) Deficiencias

Anemia, disminución de leucocitos, que ocasiona una inmunodeficiencia; se ha observado osteoporosis y enfermedad cardíaca en casos graves; puede aparecer hipertrofia cardíaca con aneurismas ventriculares.

Existe una asociación entre ataxia y problemas neurológicos afines a la deficiencia de cobre, por un problema en la mielinización.

c) Toxicidad

Por lo general no se presenta, sólo por ingestión accidental de nitrato de sulfato de cobre se produce vómito. El hígado tiene la capacidad de excretar el cobre, por lo que no existen reportes de intoxicaciones.

d) Fuente

Hígado, mariscos, carnes, chocolate, nueces, semillas de girasol, garbanzos, leguminosas y granos integrales.

## 18. Selenio

a) Funciones

El selenio es un nutrimento de importancia para la biología humana, es un antioxidante, ya que elimina el peróxido de hidrógeno y otros hidroperóxidos libres. Hasta el momento se han identificado 35 selenoproteínas, aunque no se conocen sus funciones. Interviene en el metabolismo de los fosfolípidos y forma parte de muchas enzimas.

Interviene en la fertilidad masculina, en la biosíntesis de testosterona, y formación y desarrollo normal de espermatozoides.

Tiene funciones protectoras contra la patología cardiovascular, pues los glutatión peroxidasas inhiben la modificación oxidativa de los lípidos y reducen la agregación plaquetaria, además actúa como antiinflamatorio.

Como es un antioxidante, disminuye la incidencia de cáncer.

b) Deficiencias

En deficiencias leves se presenta susceptibilidad a enfermedades por afectar la inmunidad humoral y la mediada por las células; cuando se da una suplementación, se observan efectos inmunoestimulantes, incluyendo un aumento en la formación de linfocitos T activados y células asesinas.

Se ha visto que una deficiencia de selenio puede ocasionar que los virus por lo común no patógenos pueden tornarse patógenos en pacientes con una deficiencia por la disminución de CD4.

Existen dos patologías asociadas con la deficiencia de selenio, la enfermedad de Keshan (miocardiopatía) y la enfermedad de Kashin-Beck (cierto tipo de artritis deformante).

c) Fuente

El contenido de selenio en los alimentos es muy variable. En los alimentos de origen vegetal depende sobre todo de la cantidad de selenio que exista en el suelo. Hay pocos alimentos con biodisponibilidad, entre ellos las nueces, riñón, pescados, vísceras y mariscos.

d) Toxicidad

Selenosis, con pérdida de cabello y uñas; lesiones cutáneas; caída de dientes; anomalías del sistema nervioso central; la pérdida de cabello se ha observado en personas que habían consumido 38 mg de selenio al día.

## 19. Flúor

El flúor se considera un elemento traza. El contenido en el organismo humano oscila entre 2 600 y 4 000 mg en un individuo de 70 kg; interviene en el fortalecimiento de dientes al endurecer el esmalte dental, y por ello la resistencia a caries; disminuye la acumulación de bacterias en la cavidad bucal. Participa en la formación de músculos, ligamentos, tejido conjuntivo, piel y cabello, y favorece la absorción de hierro durante el embarazo.

- a) Deficiencia  
Mayor incidencia de caries.
- b) Toxicidad  
La exposición de altas dosis de flúor se ha asociado como un factor de riesgo para la aparición de fracturas de cadera por aumento del porcentaje de hueso poroso, así como efectos nefrotóxicos.  
Fluorosis dental, que se caracteriza por una hipoplasia del esmalte dentario con manchas de color café oscuro de los dientes.
- c) Fuente  
Agua de bebida, sal fluorada, pastas dentales.

## 20. Cromo

El cromo constituye la molécula central de una sustancia llamada factor de tolerancia a la glucosa (GTF, por sus siglas en inglés *glucose tolerance factor*), que incrementa el poder de la insulina, por lo que mantiene los niveles de glucosa en la sangre. La cantidad diaria de cromo necesaria oscila entre 0.05 y 0.2 mg. El GTF reduce la tasa de colesterol de la sangre.

- a) Deficiencias  
Alteración de la tolerancia a la glucosa, hiperglucemia y elevación de la insulina; en pacientes tratados con nutrición parenteral total sin cromo se observa una neuropatía periférica.
- b) Toxicidad  
La absorción de cromo trivalente es escasa, para alcanzar niveles tóxicos es necesario que la ingesta oral sea muy elevada; sin embargo, puede haber efectos tóxicos por la exposición industrial al cromo. Los síntomas son dermatitis alérgica, ulceraciones cutáneas y aumento de incidencia de carcinoma broncogénico.
- c) Fuentes  
Carnes y cereales integrales son la mejor fuente de cromo. Durante la molienda se pierden cantidades apreciables de cromo. Las frutas y verduras son una fuente pobre, al igual que la leche.

## 21. Yodo

Componente de las hormonas tiroideas, tetrayodotironina y triyodotironina (T3), el papel del yodo en la nutrición humana se debe a la actuación que tienen estas hormonas en el crecimiento y desarrollo, así como en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos.

- a) Deficiencias  
Las deficiencias de yodo se agrupan en los trastornos por deficiencia de yodo. El primero es el bocio, que se caracteriza por una depresión de los depósitos de yodo en la tiroides y, como consecuencia, una disminución de T4 sanguínea, lo que provoca una secreción mayor de hormona estimulante de la tiroides por parte de la hipófisis, aumentando la actividad de la tiroides con hiperplasia glandular.

En el feto se asocia con una incidencia mayor de muerte fetal, abortos y anomalías congénitas, además de riesgo de cretinismo; se caracteriza por deficiencia mental, sordomudez y diplejía espástica, hipotiroidismo y enanismo. En recién nacidos, aumento de la mortalidad perinatal. En niños se relaciona con un déficit en la atención, bajo rendimiento escolar, coeficiente de inteligencia menor.

- b) Fuentes  
México no tiene problemas de deficiencia de yodo por la sal yodatada. Otras fuentes son los productos del mar y las algas.

## 22. Agua

El agua es el componente mayoritario en el cuerpo humano. Los músculos y vísceras presentan una mayor concentración que los tejidos calcificados. El porcentaje de agua varía entre individuos dependiendo de su masa magra, es mayor en atletas y disminuye con la edad por la pérdida de masa muscular.

### a) Funciones

- Componente estructural de todos los tejidos corporales.
- Actúa como solvente.
- Medio para todas las reacciones bioquímicas.
- Procesos fisiológicos de digestión, absorción, metabolismo y excreción.
- Estructura y funcionamiento del sistema circulatorio.
- Medio de transporte de nutrimentos y todas las sustancias corporales.
- Mantenimiento de los líquidos intracelulares y extracelulares.
- Conservación de la temperatura corporal a través de la transpiración; se disipan 600 kcal de calor corporal durante la evaporación de un litro de agua.
- Cuidado de la presión osmótica y presión arterial.

### b) Deficiencias

La pérdida de 20% de agua ocasiona la muerte del individuo y de 10% trastornos graves de deshidratación:

- Inicia con sed.
- Sed intensa.
- Malestar vago.
- Pérdida de apetito.
- Disminución del volumen sanguíneo y alteración en el rendimiento físico.
- Mayor esfuerzo para los trabajos físicos.
- Náuseas.
- Dificultad para concentrarse.
- Falta de regulación de la temperatura.
- Desvanecimiento.
- Respiración con dificultad.
- Aumento de la debilidad.
- Espasmos musculares.
- Delirio e insomnio.
- Incapacidad del volumen sanguíneo.
- Falla en la función renal.

El consumo de agua está regulado por los centros de control de la sed ubicados en el hipotálamo; el agua se ingiere como líquido y parte de los alimentos.

## REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES

### Introducción

En 1941, el Comité de Alimentación y Nutrición dio a conocer las primeras recomendaciones de consumo dietético (RDA) durante la Conferencia Nacional de Nutrición y que fueron la base para que varios países desarrollaran sus propias sugerencias sobre este tema (Ledesma, 2009).

En México, en 1966, el Instituto Nacional de la Nutrición publicó las recomendaciones para el consumo de nutrimentos en la población mexicana; después se hizo una nueva revisión, y en 1970 se publicaron otras nuevas basadas en características específicas de los individuos mexicanos (estado de nutrición, condiciones socioeconómicas y disponibilidad de alimentos, entre otras).

En 2005 se reunió un grupo de expertos de diversas instituciones de México y se publicaron las Recomendaciones de Ingestión de Nutrimentos para la Población Mexicana (RIN) (Bourges, 2005). Dentro de esta publicación se definen los conceptos de requerimiento, recomendación y otros valores nutrimentales de referencia, mismos que a continuación se retomarán.

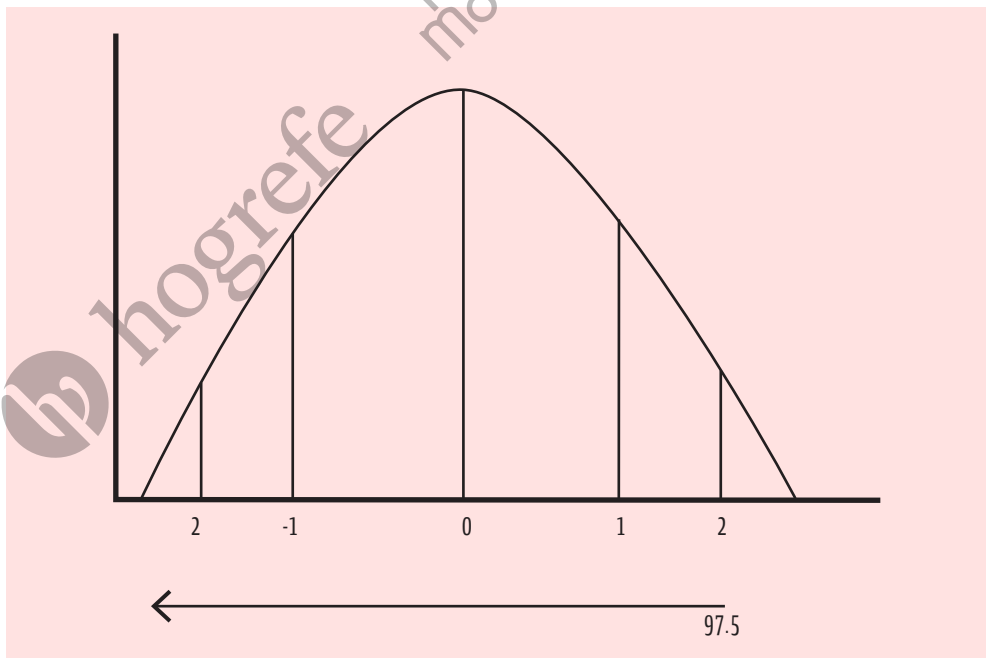
## Requerimiento

Una definición de requerimiento en el aspecto nutricional se refiere a la cantidad mínima de un nutrimento que debe consumir un individuo de acuerdo con su edad, sexo, peso, talla, actividad física y estado fisiológico (Casanueva, 2009).

## Recomendación

Una recomendación nutricional se calcula de forma grupal a partir del promedio de los requerimientos de los individuos que forman una población.

Las recomendaciones se establecen con un margen de dos desviaciones estándar por arriba del promedio del requerimiento estimado para la población (Casanueva, 2009; Ledesma, 2009) (figura 1-1).



**Figura 1-1.** Establecimiento de las recomendaciones para cubrir 97.5% de la población.

La Academia Nacional de Ciencias de EUA considera cuatro valores de referencia y no sólo la recomendación que se establece, los cuales son:

1. Requerimiento nutrimental promedio (RNP) de una población:
  - a) Describe la distribución estadística de los requerimientos individuales; cubre las necesidades del 50% de la población.
2. Ingestión diaria recomendada (IDR):
  - a) Se obtiene sumando dos desviaciones típicas del promedio de los requerimientos para cubrir las necesidades de 97.5% de los individuos de la población.
3. Ingestión diaria sugerida (IDS):
  - a) Se usa en lugar de la IDR, en los casos en que la información sobre requerimientos es insuficiente; aunque es muy subjetiva, permite contar con un valor de referencia provisional.
4. Límite superior de consumo (LSC):
  - a) Establece la ingestión diaria que no se debe sobrepasar, es precautorio.

En el **cuadro 1-10** se establecen las recomendaciones de ingestión de los principales nutrientes para la población mexicana de acuerdo con diferentes grupos de edad.

**Cuadro 1-10. Recomendaciones de nutrimentos para la población mexicana (de acuerdo con su grupo de edad)**

<b>Embarazo</b>	
<b>Aumento de peso</b>	
Promedio	De 10 a 12 kg
Primer trimestre	De 1 a 2 kg
Segundo y tercer trimestres	De 350 a 450 g/semana
Energía	300 kcal/día adicional
Proteínas	De 20 a 30 g desde el tercer mes hasta el término
Ácido fólico	400 mg/día adicional
Calcio	500 mg/día adicional
Hierro	18 mg/día adicional, con vitamina C
Sodio	No se recomienda restringirlo
<b>Mujer lactante</b>	
Energía	500 kcal extra por día
Proteína	20 g de proteínas vegetarianas por día adicionan 30 g por día
Aumento de vitaminas	Del 25 al 38%

**Cuadro 1-10. Recomendaciones de nutrimentos para la población mexicana (de acuerdo con su grupo de edad) (continuación)**

<b>Mujer lactante (continuación)</b>				
Vitamina A, C y D		Del 50 al 67%		
Calcio		Adición de 500 mg/día		
Hierro		Adicionar 15 mg de este elemento		
Agua		Ingerir 3 L de agua al día		
<b>Primer año de vida</b>				
<b>Energía</b>				
De 1 a 3 meses		110 kcal/kg/peso		
De 3 a 6 meses		95 kcal/kg		
De 6 a 9 meses		85 kcal/kg		
De 9 a 12 meses		83 kcal/kg		
Proteínas		2.2 g/kg/día durante el primer semestre 1.6 g/kg/día durante el segundo semestre		
Agua		150 a 160 mL/kg/día		
<b>Preescolares</b>				
<b>Edad (años)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Estatura (cm)</b>	<b>Energía</b>	
			<b>(kcal/día)</b>	<b>(kcal/kg/día)</b>
1	9.9	74.5		104
2	12.3	86.91	1330	105
3	14.1	95.21	1370	97
4	16.0	101.5	1488	93
5	18.1	108.7	1630	90
6	19.5	115.0	1640	84
Fibra		0.5 g por kg de peso corporal por día		
Calcio		Entre 1 300 y 1 500 mg diarios		
Colesterol		300 mg por día		

Continúa

**Cuadro 1-10. Recomendaciones de nutrimentos para la población mexicana (de acuerdo con su grupo de edad) (continuación)**

Escolar							
Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Energía				
			(kcal/día)	(kcal/kg/día)			
6	19.5	115	1 640	84			
7	22.9	122	1 832	80			
8	25.6	128	1 890	74			
9	28.7	133	1 950	68			
10	32.4	138	2 140	66			
Proteínas	1 g/kg/día						
Lípidos	30% del valor calórico total						
Calcio	De 1 a 4 años, 500 mg/día De 5 a 8 años, 800 mg/día De 9 a 10 años, 1 300 mg/día						
Adolescentes							
Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Energía			Proteínas	
			(kcal/día)	(kcal/kg)	(kcal/cm)	(g/día)	(g/cm)
Mujeres							
De 11 a 14	46	157	2 200	47	14.0	46	0.29
De 15 a 18	55	163	2 200	40	13.5	44	0.26
De 19 a 24	58	164	2 200	38	13.4	46	0.28
Hombres							
De 11 a 14	45	157	2 500	55	16.0	45	0.28
De 15 a 18	66	176	3 000	45	17.0	59	0.33
Calcio	1 200 mg/día						
Hierro	22 mg						
Adulto mayor							
Nutrimento						Cantidad	
Energía						1 700/2 250	
Proteínas (g)						71/83	

Continúa

**Cuadro 1-10. Recomendaciones de nutrimentos para la población mexicana (de acuerdo con su grupo de edad) (continuación)**

<b>Adulto mayor (continuación)</b>	
<b>Nutrimento</b>	<b>Cantidad</b>
Lípidos (% total de kcal)	25 a 30
Colesterol (mg)	< 300
Hidratos de carbono (% total de kcal)	De 60 a 70
Fibra (g)	De 18 a 24
Microgramos $\mu\text{g}$	1 000
Microgramos $\mu\text{g}$	5
Vitamina E (mg)	20
Vitamina K (mg)	65
Tiamina (mg)	1.0/1.1
Riboflavina (mg)	1.2/1.4
Niacina (mg)	16/20.3
Ácido pantoténico (mg)	4 a 7
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	1.6
Biotina (mg)	De 30 a 100
Vitamina B <sub>12</sub> (mg)	2
Folatos (mg)	200
Vitamina C (mg)	50
Hierro (mg)	10
Calcio (mg)	500
Fósforo (mg)	800
Magnesio (mg)	300
Zinc (mg)	15
Yodo (mg)	150
Selenio (mg)	60
Cobre (mg)	2.5

Continúa

**Cuadro 1-10. Recomendaciones de nutrimentos para la población mexicana (de acuerdo con su grupo de edad) (continuación)**

<b>Adulto mayor (continuación)</b>	
<b>Nutrimento</b>	<b>Cantidad</b>
Manganeso (mg)	–
Flúor (mg)	3
Cromo (mg)	–
Sodio (mg)	500
Potasio (mg)	2 000

Por último, es importante recordar que las recomendaciones y los requerimientos sirven como guía para el cálculo de una dieta saludable y que existen diversos factores, como composición corporal, edad, sexo, actividad física, estado fisiológico y estado de salud, mismos que deben tomarse en cuenta para la variación de las necesidades de cada uno de los individuos de una población.

**ESTUDIO DE CASO**

La señora María Fernanda Pérez Cantú consume cada día los siguientes alimentos:

- **Desayuno:** dos huevos en diversas preparaciones; frijoles; tres tortillas; jugo de naranja, y café.
- **Comida:** sopa de pasta o arroz; un guisado, ya sea de carne de res o pollo; agua de fruta, y dos tortillas
- **Cena:** dos quesadillas o un sándwich de jamón con queso, un té o un café.

A partir de la dieta de la señora Pérez analice lo siguiente:

1. Enliste los alimentos que está consumiendo de acuerdo con su clasificación natural.
2. Con base en lo que se vio en el capítulo, ¿cree usted que siga las indicaciones de una dieta recomendable? Justifique su respuesta.
3. Enliste los alimentos a partir de la presencia de hidratos de carbono, proteínas y lípidos que tienen en su composición.
4. Haga un mapa conceptual con la palabra clave: "nutrición".

**REFERENCIAS**

- Amigó-Correig P, Bulló M, Márquez-Sandoval F et al.:** Importancia de la dieta en la inflamación, *Antropo* 2008; 16: 23-28.
- Beard J, Green W:** Effect of iron-deficiency anemia on hormona levels and thermoregulation during cold exposure. *Am J Physiol* 1984;247R:114-R119.
- Biblat:** Glosario de términos para la orientación alimentaria, México. Cuadernos de Nutrición;11(6).

- Bourges H:** *Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana*. México: Editorial Médica Panamericana, 2005.
- Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez-Lizaur AB et al.:** *Nutriología médica*. México: Editorial Médica Panamericana, 2009.
- Esquivel RM, Martínez-Correa SM, Martínez-Correa JL:** *Nutrición y salud*. México: Editorial El Manual Moderno, 1998.
- FAO: Crecimiento económico, hambre y malnutrición. En: *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2012* (pp. 15-29). Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2012 <<https://www.fao.org/3/i3027s/i3027s00.htm>>
- Jeebhoy KN, Chu RC, Marliss EB et al.:** Chromium deficiency glucose intolerance, and neuropathy reversed. *Am J Nutr* 1987;30:531-538.
- Ledesma JA:** Composición de alimentos. En: Muñoz de Chávez M. *Valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo*, 2a edición, México: McGraw-Hill, 2009.
- López J:** *Nutrición y salud para todos*. México: Trillas, 2004.
- Lozolf B:** Behavioral alterations in iron deficiency. *Adv. Pediatr* 1988;36:331-359.
- Mahan L, Escott-Stump S, Raymond J:** *Krause Dietoterapia*. España: Elsevier, 2013.
- Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud: *Conocimientos actuales sobre nutrición*, 6a edición. EUA: Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 1991.
- Rayman MP:** The importance of selenium to human health. *Lancet* 2000; 356: 233-41.
- Rodríguez M, Tovar AR, Del Prado M et al.:** *Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud*. México: Unidad de Investigación Médica en Nutrición, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Departamento de Fisiología de la Nutrición Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, 2006.
- Salgueiro J, Weill R, Hernández-Triana M et al.:** Deficiencia de zinc en relación con el desarrollo intelectual y sexual. *Revista Cubana de Salud Pública* abril-junio 2004; 30(002) < [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662004000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662004000200007)>
- Servín C:** *Nutrición básica y aplicada*, 2a edición. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.
- Silva M, Barbier O:** *Efecto de la intoxicación con flúor sobre la función renal*. México: Centro de Investigación y Estudios Avanzados IPN, 2004.