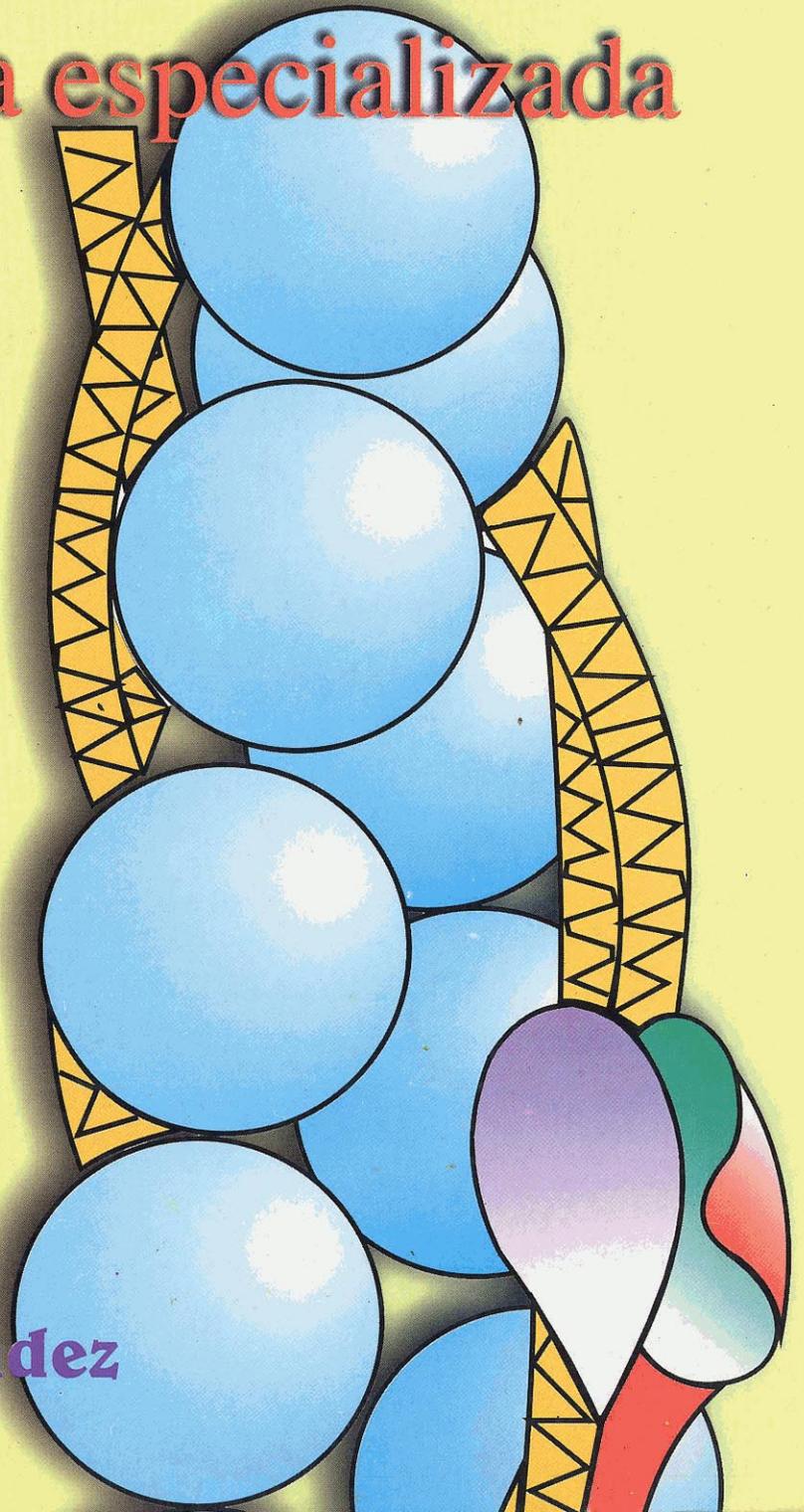


BIOQUÍMICA MÉDICA

Tomo IV

Bioquímica especializada



Cardellá - Hernández

La bioquímica es una ciencia que se ha desarrollado con un ritmo muy acelerado en el presente siglo. Los logros alcanzados en los últimos años en el conocimiento de esta ciencia han influido decisivamente en el progreso de numerosas ramas científicas afines, en particular en las biomédicas. Muchos hallazgos de la bioquímica han incidido directa o indirectamente en la teoría y la práctica médica; por ello resulta imprescindible el dominio de los aspectos fundamentales de esta disciplina por parte de médicos, estomatólogos, licenciados en enfermería, y en general por todo el personal profesional relacionado con la asistencia, docencia e investigación en el campo de las ciencias médicas.

El texto fue elaborado teniendo en cuenta los intereses de las diferentes especialidades de las ciencias médicas. De igual modo, éste puede ser de utilidad a estudiantes de cualquier otra carrera biológica. En el Tomo IV se tratan, además, algunos aspectos especializados de la bioquímica de interés clínico actual, lo que permite a estudiantes de años superiores y graduados de las diferentes ramas de las ciencias médicas complementar y aplicar conocimientos adquiridos al cursar las ciencias básicas.

Nuestros propósitos son contribuir a mejorar la comprensión de la disciplina Bioquímica y destacar su importancia en la formación de profesionales de las especialidades médicas. Corresponde principalmente a nuestros estudiantes evaluar en qué medida ello se ha logrado.

Los autores

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

SECCIÓN XI. ESPECIFICIDADES BIOQUÍMICAS DE ALGUNOS TEJIDOS

INTRODUCCIÓN A LA SECCIÓN 1117

CAPÍTULO 63. La sangre 1119

Composición 1120

Proteínas plasmáticas 1121

Albúmina 1122

Alfa globulinas 1122

Beta globulinas 1123

Gamma globulinas 1123

Fibrinógeno 1123

Bioquímica de los elementos formes 1124

Eritrocitos 1124

Leucocitos 1127

Plaquetas 1128

Coagulación sanguínea 1128

Vía intrínseca 1130

Vía extrínseca 1131

Etapa común 1131

Formación de trombina 1131

Trastornos de la coagulación 1134

Regulación del pH sanguíneo 1135

Hemoglobina y metabolismo eritrocitario 1136

Hemoglobina y transporte de óxido nítrico 1138

Resumen 1138

Ejercicios 1139

CAPÍTULO 64. Tejido nervioso 1141

Composición del tejido nervioso 1141

Lípidos de la mielina 1142
Proteínas de la mielina 1143
Metabolismo del sistema nervioso central 1143
Metabolismo glucídico 1143
Metabolismo de los aminoácidos 1144
Metabolismo de los lípidos 1145
Metabolismo de los ácidos nucleicos 1145
Mecanismo bioquímico de la actividad neuronal 1146
Generación y conducción del impulso nervioso 1146
Trasmisión química del impulso nervioso 1148
Sinapsis 1148
Receptor de la acetilcolina 1150
Neurotrasmisores 1151
Actividad nerviosa superior 1155
Resumen 1156
Ejercicios 1157

CAPÍTULO 65. Aspectos bioquímicos de la visión 1159

Córnea 1159

Cristalino 1160

Humor acuoso 1161

Humor vítreo 1161

Retina 1161

Fotoquímica de la visión 1161

Transducción de la señal desde la rodopsina hasta la membrana plasmática 1163

Recuperación del estado inicial 1163

Resumen 1164

Ejercicios 1165

CAPÍTULO 66. Tejido muscular 1167

Células del tejido muscular estriado 1168

Retículo sarcoplasmático 1168

Estructura de las miofibrillas y sarcómeros 1169

Mecanismo de la contracción muscular 1175

- Eventos en la placa motora 1175
- Eventos en el retículo sarcoplasmático 1176
- Eventos en las miofibrillas 1177
- Eventos en el sarcoplasma y los sarcosomas. Aporte energético para la contracción 1178
- Estado de tétano 1178
- Aspectos especiales del músculo cardíaco 1179
- Aspectos especiales del músculo liso 1179
- El movimiento en otras células 1180
- Inhibidores de los movimientos celulares 1181
- Distrofias musculares 1181
- Resumen 1181
- Ejercicios 1182

CAPÍTULO 67. Tejido adiposo 1183

- Función biológica 1183
- Composición química 1184
- Formación de depósitos de grasa (lipogénesis) 1184
 - Formación de depósitos de grasa a partir de fuentes lipídicas 1184
 - Formación de grasas a partir de fuentes no lipídicas 1184
- Regulación de la formación de los depósitos de grasa 1185
- Movilización de las grasas del tejido adiposo (lipólisis) 1185
- Regulación de la lipólisis 1186
- Desbalances en la regulación de la lipogénesis 1186
- Obesidad 1186
 - Peculiaridades del metabolismo en la obesidad 1188
- Resumen 1189
- Ejercicios 1190

CAPÍTULO 68. Tejido conectivo 1191

- Proteínas de la sustancia intercelular 1191
 - Colágeno 1191
 - Elastina 1195
 - Otras proteínas del tejido conectivo 1196
- Proteoglicanos 1197
 - Ácido hialurónico 1198
 - Condrotín, dermatán y queratán sulfatos 1198
 - Heparina 1199
 - Metabolismo de los proteoglicanos 1199
 - Funciones de los proteoglicanos 1200
- Resumen 1200
- Ejercicios 1201

CAPÍTULO 69. Bioquímica dental 1203

- Saliva 1203
 - Composición química de la saliva 1204
 - Acción amortiguadora del pH de la saliva 1206
 - Otras acciones de la saliva 1206
- Composición de los tejidos dentarios 1206
 - Esmalte 1206
 - Dentina 1208
 - Cemento 1209
 - Pulpa dentaria 1209
- Factores que influyen en el metabolismo del diente 1210

- Placa dental 1211
 - Película adquirida 1211
 - Colonización por microorganismos específicos 1212
 - Maduración de la placa 1212
- Metabolismo de la placa dental 1212
- Bioquímica de las caries 1213
 - Principales mecanismos bioquímicos propuestos para la producción de las caries 1214
- Prevención de la caries dental. Acción del flúor 1215
 - Metabolismo del flúor 1215
 - Mecanismo de acción 1216
- Resumen 1217
- Ejercicios 1218

RESUMEN DE LA SECCIÓN 1219

SECCIÓN XII. BASES MOLECULARES DE LA NUTRICIÓN HUMANA

INTRODUCCIÓN A LA SECCIÓN 1221

CAPÍTULO 70. Requerimientos nutricionales en el ser humano 1223

- Requerimientos energéticos 1223
- Valor calórico de los nutrientes 1233
- Requerimientos moleculares 1234
- Resumen 1235
- Ejercicios 1236

CAPÍTULO 71. Proteínas en la dieta humana 1239

- Requerimientos proteínicos del ser humano 1239
 - Factores que influyen en los requerimientos proteínicos 1240
- Determinación de los requerimientos proteínicos y de la dosis inocua 1241
- Valor biológico de las proteínas 1247
 - Determinación del valor biológico de una proteína, basado en el balance nitrogenado 1247
 - Método del cómputo o *score* 1248
- Acción suplementaria de las proteínas 1249
- Digestibilidad de las proteínas 1249
- Utilización neta de las proteínas 1249
- Problemas de la malnutrición 1250
 - Kwashiorkor 1250
 - Marasmo nutricional 1251
- Resumen 1251
- Ejercicios 1252

CAPÍTULO 72. Glúcidos y lípidos en la dieta humana 1255

- Glúcidos en la dieta humana 1255

Requerimientos 1255
Disponibilidad y fuentes 1256
Almacenamiento de los glúcidos 1256
Alteraciones metabólicas relacionadas con la ingesta glucídica 1257
Lípidos en la dieta humana 1257
Requerimientos 1257
Disponibilidad y fuentes 1258
Almacenamiento de los lípidos 1258
Alteraciones metabólicas relacionadas con la ingesta lipídica 1259
Alteraciones metabólicas principales en el alcoholismo 1259
La dieta en la prevención de algunas enfermedades crónicas 1260
Resumen 1261
Ejercicios 1262

CAPÍTULO 73. Vitaminas en la nutrición humana 1263

Concepto de vitamina 1263
Clasificación 1264
Tiamina o vitamina B₁ 1265
Estructura química y función 1265
Fuentes y requerimientos 1265
Estado carencial 1266
Riboflavina o vitamina B₂ 1266
Estructura química y función 1266
Fuentes y requerimientos 1266
Estado carencial 1267
Niacina (ácido nicotínico y nicotinamida) 1267
Estructura y función 1267
Fuentes y requerimientos 1267
Estado carencial 1268
Piridoxina o vitamina B₆ 1268
Estructura química y función 1268
Fuentes y requerimientos 1268
Estado carencial 1269
Biotina 1269
Estructura química y función 1269
Fuentes y requerimientos 1269
Estado carencial 1270
Ácido fólico 1270
Estructura química y función 1270
Fuentes y requerimientos 1271
Estado carencial 1271
Cobalamina o vitamina B₁₂ 1271
Estructura química y funciones 1271
Fuentes y requerimientos 1273
Estado carencial 1273
Ácido pantoténico 1273
Estructura química y función 1273
Fuentes y requerimientos 1274

Estado carencial 1274
Ácido lipoico 1274
Estructura química y función 1274
Fuentes y requerimientos 1275
Inositol 1275
Colina 1275
Ácido ascórbico o vitamina C 1276
Estructura química y función 1276
Fuentes y requerimientos 1276
Estado carencial 1276
Retinol o vitamina A 1277
Estructura química y función 1277
Fuentes y requerimientos 1277
Estado carencial 1277
Vitaminas D 1278
Estructura y función 1278
Fuentes y requerimientos 1278
Estado carencial 1279
Tocoferoles o vitaminas E 1279
Estructura química y función 1279
Fuentes y requerimientos 1279
Estado carencial 1279
Vitaminas K 1280
Estructura química y función 1280
Fuentes y requerimientos 1280
Estado carencial 1281
Antagonistas vitamínicos 1281
Inactivación de las vitaminas 1281
Resumen 1281
Ejercicios 1283

CAPÍTULO 74. Minerales en la nutrición humana 1285

Clasificación de los minerales 1285
Funciones de los minerales 1286
Elementos principales o macroelementos 1286
Calcio 1286
Fósforo 1287
Sodio, cloro y potasio 1288
Magnesio 1289
Oligoelementos o elementos trazas 1290
Hierro 1290
Iodo 1291
Cobre 1292
Cromo 1293
Cinc 1294
Molibdeno 1294
Selenio 1295
Manganeso 1295
Flúor 1296
Silicio 1296
Cobalto 1296
Resumen 1297
Ejercicios 1298

RESUMEN DE LA SECCIÓN 1299

SECCIÓN XIII. ASPECTOS BIOQUÍMICOS EN LA PATOLOGÍA

INTRODUCCIÓN A LA SECCIÓN 1303

CAPÍTULO 75. Alteraciones metabólicas de causas múltiples 1305

- Diabetes mellitus 1305
 - Causas 1306
 - Alteraciones en el metabolismo glucídico 1308
 - Implicaciones en otros sectores del metabolismo 1308
 - Complicaciones a largo plazo 1309
- Encefalopatía hepática 1311
 - Alteraciones del metabolismo del amoníaco en el coma hepático 1311
 - Mecanismo de la toxicidad del amoníaco 1312
 - Factores que pueden contribuir al establecimiento del coma hepático 1314
 - Medicamentos que pueden contribuir al establecimiento del coma hepático 1315
- Íctero 1315
 - Clasificación de las ictericias 1316
- Resumen 1318
- Ejercicios 1320

CAPÍTULO 76. Enfermedades moleculares 1321

- Fundamentos generales 1321
- Alteraciones en proteínas estructurales 1323
 - Síndrome de Marfan 1323
 - Osteogénesis imperfecta 1325
- Alteraciones en proteínas de transporte 1326
 - Drepanocitosis 1327
 - Talasemias 1329
- Alteraciones en transportadores celulares 1330
 - Fibrosis quística 1330
- Alteraciones en proteínas receptoras 1333
 - Retinosis pigmentaria 1333
 - Raquitismo hereditario resistente a la vitamina D 1334
- Errores congénitos del metabolismo 1335
 - Características generales 1335
 - Errores congénitos del metabolismo de los glúcidos 1336
 - Errores congénitos del metabolismo de los lípidos 1339
 - Errores congénitos del metabolismo de los compuestos nitrogenados de bajo peso molecular 1342
- Errores latentes 1344
 - Deficiencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa del eritrocito 1344
- Alteraciones de otras proteínas 1344

- Resumen 1345
- Ejercicios 1345

CAPÍTULO 77. Endocrinopatías 1347

- Hipofunción hormonal 1347
- Hiperfunción hormonal 1348
- Afectaciones de la respuesta hormonal en las células diana 1348
- Endocrinopatías más frecuentes 1350
 - Principales endocrinopatías de causa hipofisaria 1350
 - Otros trastornos de causa hipofisaria 1353
 - Principales endocrinopatías relacionadas con la glándula tiroides 1354
 - Principales endocrinopatías relacionadas con la corteza suprarrenal 1355
 - Trastornos del funcionamiento de la médula suprarrenal 1358
 - Principales endocrinopatías relacionadas con las gónadas 1358
 - Principales endocrinopatías relacionadas con las paratiroides 1361
 - Principales endocrinopatías relacionadas con el páncreas 1362
- Resumen 1362
- Ejercicios 1364

CAPÍTULO 78. Los virus 1365

- Definiciones en virología 1365
- Clasificación de los virus 1366
- Tipos de simetría de las partículas virales 1366
- Composición química de los virus 1367
 - Proteínas virales 1367
 - Ácido nucleico viral 1367
 - Lípidos virales 1368
 - Carbohidratos virales 1369
- Multiplicación de los virus 1369
 - Susceptibilidad 1369
 - Eventos principales de la multiplicación viral 1369
- Interacción virus-célula 1374
- Genética viral 1374
 - Tipos de mutaciones 1375
- Interacción virus-virus y virus-huésped que afecta el fenotipo 1375
 - Mezcla fenotípica 1375
 - Interferencia 1375
 - Virus defectivos 1375
 - Integración 1376
 - Infección persistente 1376
- Patrones de la infección viral 1376
- Interacciones de los virus tumorales con las células del huésped 1377
 - Virus tumorales y oncogenes 1377
 - Integración del ácido nucleico del virus tumoral en la célula huésped 1377
 - Recuperación de genes virales y de genes transformadores de células tumorales 1377

Mecanismos de la transformación celular por virus 1378

Priones 1378

Fagos 1379

Resumen 1380

Ejercicios 1380

CAPÍTULO 79. Enzimología clínica 1381

Aspectos sobresalientes de las enzimas presentes en el suero 1381

Origen 1381

Migración 1382

Fundamentos de la determinación enzimática 1383

Consideraciones de interés práctico 1384

Principales enzimas de interés clínico 1385

Amilasas 1385

Lipasas 1386

Transaminasas 1386

Fosfatasas 1387

Deshidrogenasa láctica (LDH) 1388

Colinesterasa sérica (CES) 1389

Leucinaminopeptidasa (LAP) 1389

Creatina quinasa (CK) 1390

Otras enzimas séricas 1390

Enzimas en otros fluidos biológicos 1390

Orina 1390

Líquido cefalorraquídeo (LCR) 1391

Otros líquidos corporales 1391

Diversos usos clínicos de las enzimas 1391

Resumen 1391

Ejercicios 1393

RESUMEN DE LA SECCIÓN 1395

SECCIÓN XIV. PROBLEMAS ACTUALES DE LA BIOQUÍMICA

INTRODUCCIÓN A LA SECCIÓN 1397

CAPÍTULO 80. Cáncer 1401

Concepto y características 1401

La célula cancerosa y sus características 1402

Transformación cancerosa 1402

Carácter hereditario de la transformación 1403

Búsqueda de la alteración primaria 1404

Premisas experimentales para investigar el cáncer 1404

Cultivos de tejidos 1404

Métodos de ingeniería genética 1405

Experimento No. 1. Transformación de células normales por ADN extraído de células cancerosas 1405

Experimento No. 2. Transformación de células nor-

males por un segmento específico de ADN extraído de células cancerosas 1406

Oncogenes y proto-oncogenes 1407

Mecanismos moleculares de la transformación 1407

Alteración estructural de los proto-oncogenes 1407

Hipótesis de la dosis 1408

Productos de los oncogenes 1409

Genes supresores tumorales 1410

Teoría multifásica de la carcinogénesis 1411

Cambios poscarcinogénesis 1411

Perspectivas 1411

Resumen 1412

Ejercicios 1412

CAPÍTULO 81. Morfogénesis 1415

Concepto y reglas de la morfogénesis 1415

Premisas experimentales para el estudio de la morfogénesis 1417

Experimento No. 1. Desnaturalización reversible de una proteína seucilla 1418

Experimento No. 2. Reconstrucción de una proteína oligomérica 1419

Experimento No. 3. Reconstitución de un organelo subcelular: el ribosoma 1420

Experimento No. 4. Reconstitución de un virus bacteriano: el fago T₄ 1421

Otros ejemplos de morfogénesis 1422

Perspectivas 1422

Resumen 1423

Ejercicios 1423

CAPÍTULO 82. Producción de anticuerpos 1425

Conceptos básicos 1425

Respuesta inmunitaria 1425

Estructura de las inmunoglobulinas 1426

Premisas experimentales para la investigación de la producción de anticuerpos 1428

Experimento No. 1. Una estirpe o clon celular produce un solo tipo de anticuerpo 1429

Experimento No. 2. Los genes de inmunoglobulinas de las células embrionarias son diferentes a los de las adultas 1430

Estructura de los genes que codifican cadenas ligeras de IgG 1431

Generación de genes funcionales de cadenas ligeras de IgG 1432

Estimulación de la producción de anticuerpos específicos 1432

Anticuerpos monoclonales 1433

Perspectivas 1433

Resumen 1434

Ejercicios 1435

CAPÍTULO 83. Origen de la vida 1437

Dificultades para el estudio experimental del origen de la vida 1437

Consideraciones preliminares para el estudio experimental del origen de la vida 1438
Historia natural del origen de la vida 1439
Características fundamentales de los experimentos bioquímicos sobre el origen de la vida 1440

Experimento No. 1. Formación abiótica de precursores de macromoléculas 1440

Experimento No. 2. Formación abiótica de macromoléculas en ausencia de molde o patrón 1441

Experimento No. 3. Formación abiótica de macromoléculas sobre un molde o patrón 1442

Experimento No. 4. Formación abiótica de lípidos complejos y vesículas membranosas 1443

Hipótesis sobre el surgimiento de las vías metabólicas 1444

Algunas incógnitas adicionales 1444

Perspectivas 1445

Resumen 1446

Ejercicios 1447

CAPÍTULO 84. Evolución molecular 1449

Premisas experimentales para el estudio bioquímico de la evolución 1449

Evidencias bioquímicas del proceso evolutivo 1450

Mecanismos moleculares de la evolución 1453

Estudio experimental de la evolución 1454

Experimento No. 1. Evolución molecular en organismos unicelulares 1454

Experimento No. 2. Evolución molecular en células de mamíferos 1455

Experimento No. 3. Evolución de moléculas aisladas 1456

Perspectivas 1457

Resumen 1457

Ejercicios 1458

CAPÍTULO 85. Envejecimiento 1459

Características del envejecimiento 1459

Envejecimiento celular 1460

Premisas experimentales para el estudio del envejecimiento celular 1461

Experimento No. 1. El envejecimiento celular se acompaña de una pérdida de la capacidad de multiplicación 1462

Experimento No. 2. El límite de Hayflick es una propiedad intrínseca de las células 1462

Experimento No. 3. Función del núcleo y el citoplasma en la determinación del límite de Hayflick 1463

Hipótesis genéticas sobre el envejecimiento celular 1464

Primera hipótesis 1464

Segunda hipótesis 1464

Tercera hipótesis 1466

Cuarta hipótesis 1466

Otras hipótesis sobre el envejecimiento celular 1466

Perspectivas 1467

Resumen 1467

Ejercicios 1468

RESUMEN DE LA SECCIÓN 1469

ANEXOS 1471

BIBLIOGRAFÍA 1479

ÍNDICE ALFABÉTICO 1483

ANEXOS

Anexo 1. Logarítmos

	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	000	041	079	114	146	176	204	230	255	279
2	301	322	342	362	380	398	415	431	447	462
3	477	491	505	519	532	544	556	568	580	591
4	602	613	623	634	644	653	663	672	681	690
5	699	708	716	724	732	740	748	756	763	771
6	778	785	792	799	806	813	820	826	833	839
7	845	851	857	863	869	875	881	887	892	898
8	903	909	914	919	924	929	935	940	945	949
9	954	959	964	969	973	978	982	987	991	996

Anexo 2. Composición aproximada de alimentos (a partir de 100 g de alimento bruto, crudo)*

Alimento	Energía kcal	Proteína g	Grasa g	Vit. A µg	Vit. B ₁ mg	Vit. B ₂ mg	Ácido fólico µg	Vit. C. mg	Hierro mg	Calcio mg
Leche de vaca o yogur	50	3,1	2,1	21	0,03	0,14	4	1	0,10	120
Leche descremada (en polvo)	362	38,0	0,8	8	0,32	1,31	25	3	0,61	1 257
Leche entera (en polvo)	502	26,0	27,0	267	0,30	1,30	26	4	0,52	900
Leche condensada	290	8,7	4,0	35	0,08	0,33	10	1	0,20	260
Instacereal (en polvo)	360	25,0	0,9	3	0,46	0,30	148	0	3,83	285
Carne de res, deshuesada	95	17,6	2,7	2	0,06	0,13	4	0	2,71	8
Picadillo de res con soya	101	15,8	1,3	2	0,17	0,10	62	0	3,60	51
Carne de cerdo	240	14,6	19,6	0	0,32	0,15	2	0	1,96	6
Pollo eviscerado	124	13,5	7,0	42	0,04	0,06	3	0	0,90	5
Corazón, riñón, lengua (promedio)	110	15,2	6,3	66	0,07	1,09	2	0	3,02	6
Butifarra o perro caliente (promedio)	218	13,5	14,0	0	0,23	0,15	2	0	3,20	23
Carne de res/cerdo, enlatada (promedio)	282	16,5	22,5	0	0,47	0,20	2	0	2,50	8
Luncheon meat	334	12,0	30,0	0	0,35	0,15	2	0	2,03	6
Spam	144	15,0	7,5	0	0,09	0,10	3	0	2,70	18
Huevo	163	12,0	11,0	144	0,08	0,30	35	0	2,04	56
Pescados, promedio	63	9,0	3,0	4	0,04	0,07	2	0	0,48	7
Picadillo de pescado con soya	116	15,9	2,5	4	0,17	0,10	62	0	2,90	53
Calamar	24	4,6	0,2	0	0,01	0,03	3	0	0,14	3
Pescado enlatado (promedio)	189	19,0	9,8	22	0,04	0,16	5	0	0,80	49
Frijoles (promedio)	327	22,3	1,7	0	0,37	0,17	106	0	6,88	109
Maní	419	18,7	34,5	0	0,09	0,09	104	0	1,58	52
Arroz	363	6,7	0,3	0	0,07	0,03	10	0	0,67	33
Harina de maíz	357	7,9	1,4	30	0,14	0,07	7	0	1,43	7
Pastas	361	11,4	1,1	0	0,06	0,19	18	0	1,11	28
Galletas (promedio)	426	10,0	9,6	0	0,08	0,05	7	0	1,50	18
Pan (promedio)	280	7,6	3,1	0	0,24	0,06	25	0	1,70	17
Panetela	321	10,0	5,9	171	0,07	0,18	26	0	1,30	59
Viandas (promedio)	93	1,2	0,1	37	0,05	0,03	8	10	0,69	12
Vegetales, hojas (promedio)	15	1,1	0,2	97	0,06	0,08	62	37	0,84	58
Pepino	16	0,8	0,1	30	0,03	0,04	6	17	0,50	21
Pimiento	26	1,2	0,2	54	0,05	0,13	22	154	0,63	11
Calabaza	7	0,5	0,1	104	0,03	0,04	12	5	0,21	13
Tomate	20	1,0	0,2	52	0,05	0,04	13	19	0,44	11
Remolacha	28	1,0	0,1	2	0,03	0,01	47	5	0,44	12
Zanahoria	24	0,7	0,2	694	0,02	0,04	11	5	0,47	26
Otros vegetales (promedio)	27	1,4	0,2	13	0,03	0,05	11	8	0,76	11

Frutas cítricas (promedio)	28	0,4	0,1	12	0,04	0,02	12	27	0,22	18
Plátano	58	0,8	0,1	21	0,03	0,07	13	7	0,47	5
Guayaba	42	0,5	0,4	54	0,05	0,03	0	163	0,61	16
Mango	36	0,4	0,2	214	0,03	0,03	4	19	0,22	5
Otras frutas (promedio)	41	0,5	0,1	20	0,05	0,03	12	6	0,28	44
Jugos cítricos naturales (promedio)	43	0,5	0,1	36	0,04	0,02	14	32	0,30	18
Pulpa de frutas	63	0,2	0,2	102	0,04	0,05	4	20	0,92	15
Puré de tomate	39	1,7	0,2	136	0,09	0,05	5	33	1,70	13
Mermelada y dulces en almíbar	146	0,5	0,7	36	0,02	0,04	1	4	0,79	23
Galleta dulce	455	9,1	14,5	22	0,19	0,07	18	0	2,20	41
Pasta de frutas	310	0,8	0,4	150	0,02	0,04	1	9	1,37	18
Helado «Guarina»	152	2,5	7,0	65	0,03	0,11	2	0	0,17	99
Sirope para refresco	231	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azúcar	373	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0
Grasas (promedio)	893	0	100,0	0	0	0	0	0	0	0
Mantequilla	724	0,8	82,0	712	0,01	0,02	3	0	0,22	24
Mayonesa	718	1,1	79,0	60	0,01	0,04	4	0	0,50	18
Queso crema	333	7,5	33,0	437	0,01	0,19	13	0	1,20	80
Aguacate	65	0,7	5,3	13	0,03	0,06	33	11	0,48	6

* Alimento bruto (el pesaje incluye las partes no comestibles, tales como cáscara, semilla, etcétera) y crudo (no cocinado).

Nota. Cortesía del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos.

Anexo 3. Composición aproximada de alimentos (expresada en medidas comunes de alimentos listos para el consumo)

Alimento	Medida casera	Peso de la parte comestible g	Energía kcal	Proteína g	Grasa g	Vit. A µg	Vit. B ₁ mg	Vit. B ₂ mg	Ácido fólico µg	Vit. C mg	Hierro mg	Calcio mg
Leche de vaca o yogur	1 T	240	120	7,4	5,0	50	0,07	0,34	10	2	0,24	288
Leche descremada (en polvo)	4 cdas	24	87	9,1	0,2	2	0,08	0,31	6	1	0,14	302
Leche entera (en polvo)	4 cdas	24	120	6,2	6,5	64	0,07	0,31	6	1	0,12	216
Leche evaporada (al 50 %)	½ T	120	157	7,8	9,0	89	0,05	0,32	7	1	0,24	312
Intacereal (en polvo)	4 cdas	30	108	7,5	0,3	1	0,14	0,09	44	0	1,14	86
Queso proceso	3 cdas	45	124	8,1	9,4	162	0,01	0,15	4	0	0,14	331
Carne de res	2 cdas	30	37	6,8	1,1	1	0,02	0,05	2	0	1,05	3
Picadillo de res con soya	3 cdas	45	45	7,1	0,6	1	0,08	0,05	28	0	1,62	23
Carne de cerdo	2 cdas	30	114	6,9	9,3	0	0,15	0,07	1	0	0,93	3
Pollo	2 cdas	30	74	8,1	4,2	25	0,02	0,04	2	0	0,54	3
Corazón, riñón, lengua	2 cdas	30	73	9,0	3,6	43	0,09	0,68	13	0	2,26	3
Butifarra o perro caliente	1 U	50	109	6,8	7,0	0	0,12	0,08	1	0	1,60	11
Carne de res/cerdo (enlatada)	2 cdas	30	85	5,0	6,8	0	0,14	0,06	1	0	0,75	2
Luncheon meat	2 cdas	30	100	3,6	9,0	0	0,10	0,04	1	0	0,60	2
Spam	2 cdas	30	43	4,5	2,2	0	0,03	0,03	1	0	0,81	5
Huevo	1 U	50	82	6,0	5,5	72	0,04	0,14	18	0	1,00	28
Pescados (promedio)	2 cdas	30	47	6,8	2,3	3	0,03	0,05	2	0	0,36	5
Picadillo de pescado con soya	3 cdas	45	52	7,2	1,1	2	0,08	0,05	28	0	1,31	24
Calamar	2 cdas	30	25	4,8	0,3	0	0,01	0,03	3	0	0,15	4
Pescado enlatado (promedio)	2 cdas	30	57	5,7	2,9	7	0,01	0,05	2	0	0,24	15
Frijoles (grano drenado)	½ T	120	137	9,4	0,7	0	0,16	0,07	44	0	2,88	46
Maní	¼ T	40	233	10,4	19,2	0	0,05	0,05	58	0	0,88	29
Arroz	¾ T	120	131	2,4	0,1	0	0,02	0,01	4	0	0,24	12
Harina de maíz	1 T	245	123	2,7	0,5	10	0,05	0,02	2	0	0,49	2
Pastas	½ T	85	111	3,5	0,3	0	0,02	0,06	6	0	0,34	1
Galletas (promedio)	6 U	30	128	3,0	2,9	0	0,02	0,01	2	0	0,45	5
Pan (promedio)	1 U	50	140	3,8	1,5	0	0,12	0,03	12	0	0,85	8
Panetela	1 ½ ouza	45	144	4,5	2,7	77	0,03	0,08	12	0	0,59	27
Viandas	½ T	100	121	1,6	0,2	48	0,07	0,04	10	13	0,89	16
Vegetales, hojas (promedio)	1 T	60	12	0,8	0,1	78	0,05	0,06	48	30	0,68	45
Pepino	6 rodajas	50	8	0,4	0,1	15	0,01	0,02	3	9	0,25	11
Pimiento	1 mediano	85	22	1,1	0,2	47	0,04	0,11	20	135	0,55	9
Calabaza	½ T	100	14	0,9	0,1	200	0,05	0,08	24	10	0,40	25
Tomate	1 pequeño	100	23	1,1	0,2	59	0,06	0,04	15	22	0,50	13
Remolacha	½ T	100	32	1,1	0,1	2	0,03	0,01	53	6	0,50	14
Zanahoria	1 mediana	75	23	0,7	0,1	666	0,02	0,04	10	4	0,45	25
Otros vegetales (promedio)	½ T	100	28	1,2	0,2	360	0,06	0,07	35	24	0,50	31

Naranja	1 mediana	130	61	0,9	0,2	27	0,12	0,05	39	58	0,26	56
Mandarina	1 mediana	100	46	0,8	0,2	88	0,06	0,02	20	31	0,40	40
Toronja	1/2 mediana	100	41	0,5	0,1	5	0,04	0,02	10	38	0,40	16
Limón	1 mediano	100	34	0,3	0,2	2	0,04	0,02	10	51	0,40	10
Fruta bomba	1/2 T	100	39	0,6	0,1	110	0,03	0,03	1	56	0,30	20
Anón	1/2 mediano	38	38	0,7	0,2	1	0,04	0,04	0	8	0,30	10
Guanábana (pulpa)	1/4 T	65	42	0,7	0,2	0	0,06	0,06	1	13	0,39	9
Mamey colorado	1/4 U	80	70	1,4	0,3	121	0,01	0,02	0	11	0,55	9
Piña	1/2 T	70	36	0,3	0,1	2	0,06	0,03	7	12	0,35	12
Guayaba	1 pequeña	50	31	0,4	0,3	40	0,04	0,03	0	120	0,44	12
Plátano	1 mediano	50	43	0,6	0,1	8	0,03	0,05	10	5	0,34	4
Mango	1/2 mediano	73	48	0,5	0,3	285	0,04	0,04	5	26	0,29	7
Melón de agua	1 T	150	39	0,8	0,3	28	0,12	0,03	3	11	0,75	11
Mermelada y dulces en almíbar	2 cdas	40	58	0,2	0,1	14	0,01	0,02	0	1	0,32	9
Galleta dulce	2 U	10	46	0,9	1,5	2	0,02	0,01	2	0	0,22	4
Pasta de frutas	1/2 onza	15	46	0,1	0,1	22	0	0,01	0	1	0,20	3
Helado "Guarina"	1/4 T	35	53	0,9	2,4	23	0,01	0,04	1	0	0,06	35
Melado de caña	1 cda	20	48	0,1	0	0	0,01	0	0	0	0,30	27
Miel de abeja	1 cda	20	61	0,1	0	0	0	0,01	0	0	0,10	1
Sirope para refresco	1 cda	20	53	0	0	0	0	0	0	0	0,20	2
Azúcar	1 cda	12	46	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0
Grasas (promedio)	1 cda	14	125	0	14,0	0	0	0	0	0	0	0
Mantequilla	1 cda	14	101	0,1	11,5	100	0	0	0	0	0,03	3
Mayonesa	1 cda	15	108	0,2	12,0	9	0	0,01	1	0	0,08	3
Queso crema	2 cdas	30	100	2,2	9,9	131	0	0,06	4	0	0,36	24
Aguacate	1/4 mediano	105	129	1,4	10,5	26	0,05	0,13	65	21	0,93	13

cda: cucharada; T: taza; U: unidad.

Nota. Cortesía del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos.

Anexo 4. Masas atómicas internacionales

Elemento	Símbolo	Número atómico	Masa atómica*	Elemento	Símbolo	Número atómico	Masa atómica*
Actinio	Ac	89	227	Lutecio	Lu	71	174,99
Aluminio	Al	13	26,98	Magnesio	Mg	12	24,32
Americio	Am	95	[243]	Manganeso	Mn	25	54,94
Antimonio	Sb	51	121,76	Mendelevio	Md	101	[256]
Argón	Ar	18	39,944	Mercurio	Hg	80	200,61
Arsénico	As	33	74,91	Molibdeno	Mo	42	95,95
Astato	At	85	[210]	Neodimio	Nd	60	144,27
Azufre	S	16	32,066	Neón	Ne	10	20,183
Bario	Ba	56	137,36	Neptunio	Np	93	[237]
Berilio	Be	4	9,013	Niobio	Nb	41	92,91
Berkelio	Bk	97	[249]	Níquel	Ni	28	58,71
Bismuto	Bi	83	209,00	Nitrógeno	N	7	14,008
Boro	B	5	10,82	Oro	Au	79	197,0
Bromo	Br	35	79,916	Osmio	Os	76	190,2
Cadmio	Cd	48	112,41	Oxígeno	O	8	16
Calcio	Ca	20	40,08	Paladio	Pd	46	106,4
Californio	Cf	98	[251]	Plata	Ag	47	107,880
Carbono	C	6	12,011	Platino	Pt	78	195,09
Cerio	Ce	58	140,13	Plomo	Pb	82	207,21
Cesio	Cs	55	132,91	Plutonio	Pu	94	[242]
Cinc	Zn	30	65,38	Polonio	Po	84	210
Circonio	Zr	40	91,22	Potasio	K	19	39,100
Cloro	Cl	17	35,457	Praseodimio	Pr	59	140,92
Cobalto	Co	27	58,94	Prometio	Pm	61	[145]
Cobre	Cu	29	63,54	Protactinio	Pa	91	231
Columbio: véase Niobio				Radio	Ra	88	226,05
Cromo	Cr	24	52,01	Radón	Rn	86	222
Curio	Cm	96	[247]	Renio	Rc	75	186,22
Disprobio	Dy	66	162,51	Rodio	Rh	45	102,91
Einsteinio	Es	99	[254]	Rubidio	Rb	37	85,48
Erbio	Er	68	167,27	Rutenio	Ru	44	101,1
Escandio	Sc	21	44,96	Samario	Sm	62	150,35
Estaño	Sn	50	118,70	Selenio	Se	34	78,96
Estroncio	Sr	38	87,63	Silicio	Si	14	28,09
Europio	Eu	63	152,0	Sodio	Na	11	22,991
Fermio	Fm	100	[253]	Talio	Tl	81	204,39
Flúor	F	9	19,00	Tántalo	Ta	73	180,95
Fósforo	P	15	30,975	Tecnecio	Tc	43	[99]
Francio	Fr	87	[223]	Teluro	Te	52	127,61
Gadolinio	Gd	64	157,26	Terbio	Tb	65	158,93
Galio	Ga	31	69,72	Titanio	Ti	22	47,90
Germanio	Ge	32	72,60	Torio	Th	90	232,05
Hafnio	Hf	72	178,50	Tulio	Tm	69	168,94
Helio	He	2	4,003	Tungsteno: véase Wolframio			
Hidrógeno	H	1	1,0080	Uranio	U	92	238,07
Hierro	Fe	26	55,85	Vanadio	V	23	50,95
Holmio	Ho	67	164,94	Wolframio	W	74	183,86
Indio	In	49	114,82	Xenón	Xe	54	131,30
Iridio	Ir	77	192,2	Yodo	I	53	126,91
Kriptón	Kr	36	83,80	Yterbio	Yb	70	173,04
Lantano	La	57	138,92	Ytrio	Y	39	88,92
Lítio	Li	3	6,940				

* Los valores entre corchetes corresponden a las masas atómicas de los isótopos más estables conocidos.