

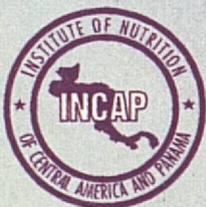


RECOMENDACIONES DIETÉTICAS DIARIAS DEL INCAP

Edición 45 Aniversario



Benjamin Torún
María Teresa Menchú
Luiz G. Elias



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Organización Panamericana de la Salud (OPS)



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
(INCAP)

Organización Panamericana de la Salud
(OPS)



RECOMENDACIONES DIETÉTICAS DIARIAS DEL INCAP

Edición XLV Aniversario

Benjamín Torún, María Teresa Menchú y Luiz G. Elías

Guatemala, septiembre, 1994

Los doctores Benjamín Torún y Luiz G. Elías y la licenciada María Teresa Menchú han sido funcionarios del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) por más de 25 años. Durante ese tiempo han realizado numerosas investigaciones, elaborado diversas publicaciones, y desempeñado cargos científicos, docentes y de cooperación técnica en las áreas de nutrición humana, nutrición y salud, ciencia y tecnología de alimentos, nutrición aplicada, y planificación alimentario nutricional.

Contenido

PROLOGO	i
PREAMBULO	iii
1. INTRODUCCION	1
2. ENERGIA Y MACRONUTRIENTES	5
Energía	5
Aminoácidos y Proteínas	16
Carbohidratos	33
Fibra Dietética	37
Lípidos	41
3. VITAMINAS	49
Vitamina A	51
Tiamina	55
Riboflavina	58
Niacina	60
Vitamina B ₆	63
Folatos	65
Vitamina B ₁₂	67
Ácido Pantoténico	70
Biotina	71
Vitamina C	72
Vitamina D	75
Vitamina E	78
Vitamina K	81
4. MINERALES	85
Calcio	86
Fósforo	90
Magnesio	92
Hierro	94
Zinc	101
Yodo	104
Cobre	106
Selenio	109
Flúor	112
Otros Oligoelementos	113
Manganeso	114
Cromio	114
Molibdeno	115
Cobalto	115
5. SODIO, POTASIO Y CLORO	119
6. REFERENCIAS	125
GLOSARIO	135

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: ESTIMACIONES DEL GASTO ENERGETICO TOTAL DE NIÑOS DE 10-18 AÑOS DE EDAD, CON DISTINTOS PATRONES DE ACTIVIDAD FISICA HABITUAL	8
CUADRO 2: ESTIMACIONES DEL GASTO ENERGETICO TOTAL DE NIÑAS DE 10-18 AÑOS DE EDAD, CON DISTINTOS PATRONES DE ACTIVIDAD FISICA HABITUAL	9
CUADRO 3: REQUERIMIENTOS DE ENERGIA ALIMENTARIA DE INFANTES Y NIÑOS MENORES DE 10 AÑOS	11
CUADRO 4: REQUERIMIENTOS DE ENERGIA DE NIÑOS MAYORES DE 10 AÑOS Y DE ADULTOS	12
CUADRO 5: ECUACIONES PARA CALCULAR LA TASA DE METABOLISMO BASAL A PARTIR DEL PESO CORPORAL EN KG (P)	13
CUADRO 6: PATRÓN DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES PARA EVALUAR LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LAS PROTEÍNAS	18
CUADRO 7: PUNTAJE QUIMICO DE ALGUNAS FUENTES DE PROTEINA	20
CUADRO 8: VALOR PROMEDIO DE DIGESTIBILIDAD "VERDADERA" DE LAS PROTEÍNAS DE DIVERSOS ALIMENTOS Y DIETAS COMUNES EN AMÉRICA	21
CUADRO 9: CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNAS EN DIVERSOS ALIMENTOS (G PROTEÍNA/100 G ALIMENTO)	22
CUADRO 10: REQUERIMIENTO PROMEDIO DE PROTEINAS Y RECOMENDACIONES DIETETICAS DIARIAS CON DOS TIPOS DE DIETA	24
CUADRO 11: POLISACÁRIDOS QUE NO SON ALMIDÓN (PNA) O POLISACÁRIDOS QUE NO SON ALFA-GLUCANOS	38
CUADRO 12: RECOMENDACIONES DIETETICAS DIARIAS DE VITAMINAS Y MINERALES	111
CUADRO 13: INTERVALOS DE RECOMENDACIONES DIETETICAS DIARIAS TENTATIVAS PARA VARIOS OLIGOELEMENTOS	117
CUADRO 14: REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ELECTROLITOS ESTIMADOS PARA INDIVIDUOS SANOS QUE NO SUDAN EXCESIVAMENTE (MG/DÍA)	121

PROLOGO

La estimación de los requerimientos nutricionales y las correspondientes recomendaciones para humanos son revisados y ajustados periódicamente por varias agencias técnicas a nivel internacional y nacional. Es bien conocida la contribución que a este respecto han hecho la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Universidad de las Naciones Unidas (UNU). Expertos de renombre internacional se reúnen periódicamente para analizar la información más actualizada en estas áreas técnicas y dar recomendaciones de carácter general. Basados en esta información y otra propia, grupos técnicos nacionales han elaborado documentos sobre requerimientos y recomendaciones nutricionales, adaptados a grupos poblacionales específicos.

Para la región de Centroamérica, el INCAP, en colaboración con grupos técnicos nacionales, ha tenido la responsabilidad de elaborar el documento sobre requerimientos y recomendaciones, cuya última versión fue publicada en 1973. Con el propósito de contribuir a la actualización del conocimiento del tema en la región, un grupo profesional del Instituto, la Licda. María Teresa Menchú y los Dres. Luiz Elías y Benjamín Torún, han estado revisando cuidadosamente información de diversas fuentes, incluyendo las propias de los países de la región centroamericana y del INCAP.

Es motivo de particular complacencia para el Instituto poder compartir este documento de trabajo, *Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP*, con estudiosos de los temas de alimentación y nutrición de la región centroamericana, en ocasión del **XLV Aniversario del INCAP**.

Hernán L. Delgado
Director

PREAMBULO

Los conceptos sobre alimentación, tanto de individuos como de poblaciones, se modifican conforme progresan los conocimientos sobre nutrición y manejo de alimentos. De ahí, que quienes nos hemos beneficiado de esos conocimientos y experiencias sintamos el deber de compartirlos con los demás profesionales interesados en este campo.

Los nuevos conocimientos y la importancia cada vez mayor de las relaciones entre alimentación, nutrición, salud y economía, han llevado a la preparación de esta versión actualizada de las Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Creemos que su aplicación trasciende las fronteras de Centro América y esperamos que sea útil, no sólo para los especialistas y estudiantes de nutrición, salud y ciencias de alimentos de nuestro continente, sino también para aquellas personas que asesoran a quienes toman las decisiones sobre producción, disponibilidad, distribución y consumo de alimentos en nuestros países, con el espíritu de que todos nuestros pueblos lleguen a gozar de seguridad alimentaria y nutricional.

En este Documento se describen las bases para cuantificar los requerimientos nutricionales y determinar las recomendaciones dietéticas de todos los nutrientes, su papel en el organismo, los alimentos que los aportan y los aspectos que afectan su biodisponibilidad. Creemos que esta información será importante para los grandes y pequeños productores de alimentos, quienes juegan un papel fundamental en la nutrición y salud de nuestras poblaciones, mediante la elaboración de productos de buena calidad, y en la educación alimentario-nutricional, mediante el etiquetado de los productos y la difusión de mensajes publicitarios éticos, fundamentados en conceptos sólidos de una buena nutrición.

En la preparación de estas Recomendaciones Dietéticas Diarias tuvimos la colaboración y apoyo de numerosas personas. Queremos patentizar nuestro agradecimiento al Dr. Hernán Delgado, Director del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, por el respaldo irrestricto y el estímulo que nos brindó en esta labor. También deseamos reconocer la participación de las Licenciadas Mónica María Rodríguez y Cecilia de Ventura, quienes contribuyeron con ideas y materiales importantes para este documento. Asimismo, señalar el apoyo brindado por los Drs. Nevin S. Scrimshaw, Moisés Béhar y Fernando E. Viteri, quienes revisaron partes del manuscrito e hicieron comentarios pertinentes para mejorarlo. Agradecemos a Lucrecia Aldana y Fabiola de Estrada su eficiente labor en la preparación del manuscrito, así como al Dr. Carlos Manuel Sánchez Mack, quien ayudó a revisarlo. Por último nuestro agradecimiento a Aura Mejía de Durán por el diseño final y diagramación del libro, y a Roberto Pérez, por su apoyo en la ilustración de la portada.

Guatemala, Septiembre de 1994

Benjamín Torún
María Teresa Menchú
Luiz G. Elías

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP, publicó en 1973 las "*Recomendaciones Dietéticas Diarias para Centro América y Panamá*" (1), basadas en las recomendaciones de grupos internacionales de expertos y en experiencias propias del Instituto. Desde entonces, otros grupos de expertos, que en muchos casos incluyeron a científicos del INCAP (2-13), han revisado los requerimientos y recomendaciones nutricionales a la luz de nuevos conocimientos sobre las cualidades y limitaciones nutricionales de los alimentos y dietas consumidos en diversas partes del mundo.

La presente edición actualiza las recomendaciones anteriores y las amplía señalando factores que modifican el contenido de nutrientes en los alimentos y su utilización biológica. Esos factores están relacionados con la producción, almacenamiento, procesamiento y preparación de los alimentos, tanto a nivel industrial como casero, así como con las posibles interacciones de diversos componentes de la dieta. Se considera que la utilidad de estas recomendaciones trasciende las fronteras de Centroamérica y que se pueden aplicar a todo el ámbito latinoamericano y el Caribe.

Para facilitar la comprensión de este documento y evitar confusiones en su interpretación, se ha incluido un glosario con los principales términos empleados (Anexo 1). No obstante, es pertinente aclarar desde un principio los siguientes conceptos relacionados con las Recomendaciones Dietéticas Diarias y las Metas Nutricionales.

Recomendaciones Dietéticas Diarias (RDD)

Son las cantidades de energía y nutrientes que los alimentos deben aportar para satisfacer las necesidades nutricionales de todos los individuos sanos de una población. Es decir, que las RDD son aplicables a **grupos de población**. Para establecer las recomendaciones dietéticas de individuos u hogares específicos, es necesario ajustar los valores de acuerdo a las características particulares del individuo o de los miembros del hogar en cuestión.

Por otra parte, ajustes metabólicos transitorios y las reservas corporales de nutrientes permiten cierta variabilidad en las necesidades nutricionales, por lo que no es necesario ingerir la misma cantidad de nutrientes cada día. Por eso, aunque se expresan como recomendaciones **diarias**, las cifras son el promedio de las recomendaciones durante cierto período de tiempo. Ese período varía con cada nutriente y las características del individuo. Sin embargo, como regla general se puede considerar adecuado un **promedio diario a lo largo de una semana**. Este período de tiempo coincide con determinantes socioeconómicos y culturales de la dieta, tales como la compra periódica y la costumbre de preparar o comer determinados alimentos en ciertos días de la semana.

Metas Nutricionales

Son las recomendaciones dietéticas diarias que se proponen con el fin de satisfacer las necesidades nutricionales de una población específica. Usualmente consideran a la familia como la unidad de consumo, partiendo de la premisa que, con excepción de los niños menores de dos años, todos los miembros de una familia "comen los alimentos preparados en la misma olla".

Las Metas Nutricionales establecen recomendaciones de energía de acuerdo con las características de la población y luego expresan las recomendaciones de nutrientes en relación a la energía dietética (por ejemplo, como las cantidades de cada nutriente por cada 1,000 kilocalorías). Esto permite recomendar dietas con una composición equilibrada de nutrientes, de modo que cuando cualquier miembro de la familia ingiere suficiente comida para satisfacer sus necesidades de energía, también llenará sus necesidades de los demás nutrientes.

Descripción y Recomendaciones de Cada Nutriente

Se hace especial énfasis en aquellos nutrientes que tienden a ser deficientes en las dietas de poblaciones centroamericanas, que permiten prevenir enfermedades relacionadas con la dieta, y que están asociados con la promoción y mantenimiento de una buena salud. La descripción de cada nutriente incluye:

- Funciones e importancia biológica.
- Efectos de la ingestión deficitaria o excesiva.
- Requerimientos nutricionales.
- Recomendaciones dietéticas diarias.
- Metas nutricionales para la dieta familiar.
- Alimentos fuentes del nutriente.
- Biodisponibilidad del nutriente en los alimentos, efectos del almacenamiento, cocción y otros procesamientos de los alimentos.
- Raciones de alimentos listos para consumo que son buenas fuentes del nutriente.

Aunque no son “nutrientes”, se incluye algunas consideraciones sobre la fibra alimentaria y el colesterol dietético debido a su relación con la prevención o riesgo de aparición de enfermedades asociadas con la dieta.

Fuentes de Información

Las recomendaciones y demás consideraciones que se hacen en esta revisión de las RDD, se derivan de las recomendaciones hechas por numerosos comités nacionales e internacionales de expertos (2-21), así como de la experiencia y estudios realizados por científicos del INCAP.

2. ENERGIA Y MACRONUTRIENTES

Energía

Consideraciones Generales

La energía derivada de los alimentos es utilizada por el organismo humano para realizar todas sus funciones, incluidas la síntesis de tejidos y diversas sustancias, la actividad de células y órganos, los movimientos y los procesos metabólicos. Además, los niños y mujeres embarazadas transforman en tejidos de crecimiento una parte de la energía ingerida.

Cierta cantidad de energía se almacena como reserva para usar cuando las demandas de gasto energético exceden la cantidad de energía ingerida. Esta reserva se almacena como grasa corporal y su cantidad total se debe mantener dentro de límites acordes con una composición corporal normal.

Los principales factores que determinan el gasto energético son la **tasa de metabolismo basal (TMB)** y la **actividad física**. La TMB representa el gasto energético indispensable para mantener las funciones vitales de una persona en reposo absoluto, tales como respiración, movimientos cardíacos y otros procesos fisiológicos y metabólicos esenciales para la vida. La TMB es relativamente constante en individuos sanos de la misma edad, sexo, peso y composición corporal. En contraste, el gasto de energía por actividad física es muy variable, dependiendo de la ocupación de las personas, sus actividades de recreación, el ambiente en que viven, y las costumbres y demandas de su sociedad.

La deficiencia de energía alimentaria, que usualmente se acompaña de deficiencia de proteínas,

constituye la forma más común de desnutrición. Esta desnutrición proteínico-energética (DPE) afecta principalmente a niños menores de 5 años, aunque en casi todos los países centroamericanos también hay un número grande de niños mayores y adultos que padecen esta afección. Por otra parte, la ingestión excesiva de energía conduce a otra forma de mala nutrición, que es la obesidad.

El ser humano tiende a mantener un equilibrio entre la energía que ingiere y la que gasta para su metabolismo y actividad física. Cuando las personas tienen una ingestión insuficiente de energía tratan de compensarla reduciendo su actividad física, lo que resulta en una vida más sedentaria. Los niños reducen sus actividades exploratorias y de interacción con el medio ambiente. Esto puede tener serias consecuencias biológicas, sociales y económicas para el individuo y su comunidad cuando la deficiencia energética es crónica, aún cuando su intensidad no sea muy severa.

Cuando la severidad o duración de la deficiencia alimentaria ya no le permite al individuo compensarla con una reducción de actividad física, sus reservas corporales de energía se reducen, pierde peso y aparecen signos y síntomas gradualmente más severos de desnutrición. Estos incluyen una detención o retraso en el crecimiento de los niños, bajo peso al nacer con alto riesgo de mortalidad en recién-nacidos de madres desnutridas, reducción en la capacidad de concentración y otras funciones cognitivas, debilidad muscular, reducción en la capacidad de trabajo, y alteraciones inmunológicas. En sus formas más severas, la DPE puede llevar a la muerte, ya sea en forma directa o por sus complicaciones, tales como las infecciones.

En contraste con lo anterior, una ingestión de energía alimentaria que sobrepase el gasto energético produce una acumulación excesiva de grasa corporal, sobrepeso y obesidad. Esta última constituye un factor de riesgo para el desarrollo o empeoramiento de enfermedades tales como hipertensión arterial, diabetes e infartos del miocardio, además de los problemas inherentes a la obesidad misma.

Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos de energía son la cantidad de energía alimentaria que se debe ingerir para conservar la salud, mantener un tamaño y composición corporal adecuados, y hacer la actividad física necesaria para el bienestar físico y social del individuo, incluyendo el desempeño de actividades económicamente necesarias y socialmente deseables. Además, debe permitir un crecimiento adecuado en los niños, una evolución óptima del embarazo y la producción de leche materna con una densidad adecuada de energía.

En 1985, el Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU sobre Energía y Proteínas (3) estimó los requerimientos de **adultos** en base al gasto energético recomendable, diferenciando entre personas con ocupación habitual que conlleva actividad física liviana, moderada o fuerte. Los cálculos se hicieron como **múltiplos de TMB**, lo cual ya considera la influencia de la edad, sexo y composición corporal del individuo.

Este Comité basó la estimación de los requerimientos energéticos de **niños menores de 10 años** en la energía alimentaria ingerida por niños sanos de países industrializados, más un 5% para "*permitir un nivel deseable de actividad física*" (3). Estos requerimientos se calculan como unidades de energía por kg de peso corporal. Las cifras para **infantes menores de 4 meses** corresponden a la cantidad de leche materna que, en promedio, ingieren niños que crecen bien sin ingerir otros alimentos.

Entre **10 y 17 años** de edad, los requerimientos se calcularon a partir de estimaciones teóricas del tiempo que dedican a actividades cotidianas, y de estimaciones del costo energético de esas actividades (3). Se usó como referencia a niños y adolescentes que están en la escuela 6-7 horas diarias y que dedican otras 4-7 horas a actividades livianas. A ello se agregó la energía asociada con la ganancia de peso para un crecimiento normal.

Estudios recientes sobre la ingestión de leche por infantes amamantados en forma exclusiva y sobre el gasto energético total de niños y adolescentes sugieren que las cifras calculadas en 1985 por FAO/OMS/UNU sobreestiman los requerimientos de varios grupos etarios. Un grupo internacional de expertos, está reevaluando esos requerimientos (22). Mientras tanto, se considera prudente aceptar los requerimientos sugeridos en 1985 para infantes.

Estudios en Guatemala con preescolares y con niños y niñas de edad escolar que mantienen un nivel de actividad física adecuado y crecen satisfactoriamente, sugieren que el 5% de energía adicional agregado arbitrariamente en las recomendaciones de 1985 es excesivo (23, 24). Por ello se decidió no incluirlo en las RDD para niños de 1 a 10 años de edad. Esto es congruente con la decisión del Comité que hizo recomendaciones para niños del Reino Unido en 1991 (18).

Se decidió considerar la actividad física habitual (liviana, moderada o fuerte) para calcular los requerimientos de energía entre 10 y 18 años de edad, en vista de que los escolares y adolescentes latinoamericanos de áreas urbanas y rurales tienen distintos patrones de vida (Cuadros 1 y 2). Asimismo, se conservaron las tres categorías de actividad física para adultos mayores de 65 años, ya que muchas personas continúan físicamente activas después de esa edad, particularmente en las regiones rurales.

CUADRO 1
ESTIMACIONES DEL GASTO ENERGETICO TOTAL DE NIÑOS DE 10-18 AÑOS DE EDAD,
CON DISTINTOS PATRONES DE ACTIVIDAD FISICA HABITUAL^{a,b}

Edad Peso promedio Metabolismo basal (TMB) ^c	10 - 11.9 años 34 kg 1197 kcal/24 h (50 kcal/h)			12 - 13.9 años 42 kg 1315 kcal/24 h (55 kcal/h)			14 - 17.9 años 52 kg 1483 kcal/24 h (62 kcal/h)			
	Patrón de Actividad	Liviano	Moderado	Fuerte	Liviano	Moderado	Fuerte	Liviano	Moderado	Fuerte
En la escuela (1.6 TMB) ^d	<i>6h</i> 480	<i>5h</i> 400		<i>6h</i> 528	<i>5h</i> 440		<i>6h</i> 594	<i>6h</i> 594		
Actividad liviana (1.6 TMB)	<i>4h</i> 320	<i>3h</i> 240	<i>6h</i> 480	<i>5h</i> 440	<i>4h</i> 352	<i>6h</i> 528	<i>7h</i> 693	<i>4.5h</i> 446	<i>6h</i> 594	
Actividad moderada (2.5 TMB)	<i>4.5h</i> 562	<i>6h</i> 750	<i>7.5h</i> 938	<i>3.5h</i> 481	<i>5h</i> 688	<i>7.5h</i> 1032	<i>2.5h</i> 388	<i>4.5h</i> 698	<i>8.5h</i> 1318	
Actividad fuerte (6 TMB)	<i>0.5h</i> 150	<i>1h</i> 300	<i>1.5h</i> 450	<i>0.5h</i> 165	<i>1h</i> 330	<i>1.5h</i> 495	<i>0.5h</i> 186	<i>1h</i> 372	<i>1.5h</i> 558	
Durmiendo (1 TMB)	<i>9h</i> 450	<i>9h</i> 450	<i>9h</i> 450	<i>9h</i> 495	<i>9h</i> 495	<i>9h</i> 495	<i>8h</i> 496	<i>8h</i> 496	<i>8h</i> 496	
Energía para crecimiento ^e	68	68	68	84	84	84	52	52	52	
TOTAL, kcal/día	2030	2208	2386	2193	2389	2634	2409	2658	3018	
TOTAL, kcal/kg/día	60	65	70	52	57	63	46	51	58	
Múltiplos de TMB	1.70	1.85	2.00	1.65	1.80	2.00	1.60	1.80	2.05	

- Estimaciones de tiempo según Torún (inédito); costos energéticos según FAO/OMS/UNU (3)
- *Itálicas*: duración diaria de la actividad (horas). Tipo corriente: Gasto energético (kcal). Negrita: múltiplos de TMB.
- Al metabolismo basal calculado con fórmulas de Schofield et al (25), se le restó 5% según Torún (datos inéditos).
- Costo energético en múltiplos de TMB, según FAO/OMS/UNU (ref 3).
- Energía para crecimiento: 2, 1 y 0.5 kcal/kg peso corporal a los 10-15, 15 y 16-18 años, respectivamente (3).

CUADRO 2
ESTIMACIONES DEL GASTO ENERGETICO TOTAL DE NIÑAS DE 10-18 AÑOS DE EDAD,
CON DISTINTOS PATRONES DE ACTIVIDAD FISICA HABITUAL^{a,b}

Edad Peso promedio Metabolismo basal (TMB) ^c	10 - 11.9 años 36 kg 1117 kcal/24 h (46 kcal/h)			12 - 13.9 años 43 kg 1206 kcal/24 h (50 kcal/h)			14 - 17.9 años 48 kg 1269 kcal/24 h (53 kcal/h)			
	Patrón de Actividad	Liviano	Moderado	Fuerte	Liviano	Moderado	Fuerte	Liviano	Moderado	Fuerte
En la escuela (1.6 TMB) ^d	<i>6h</i> 414	<i>5h</i> 345		<i>6h</i> 450	<i>5h</i> 375		<i>6h</i> 477	<i>6h</i> 477		
Actividad liviana (1.6 TMB)	<i>4h</i> 276	<i>3h</i> 207	<i>6h</i> 414	<i>5h</i> 375	<i>4h</i> 300	<i>6h</i> 450	<i>7h</i> 556	<i>4.5h</i> 358	<i>6h</i> 477	
Actividad moderada (2.5 TMB)	<i>4.5h</i> 455	<i>6h</i> 607	<i>7.5h</i> 759	<i>3.5h</i> 385	<i>5h</i> 550	<i>7.5h</i> 825	<i>2.5h</i> 292	<i>4.5h</i> 525	<i>8.5h</i> 991	
Actividad fuerte (6 TMB)	<i>0.5h</i> 115	<i>1h</i> 230	<i>1.5h</i> 345	<i>0.5h</i> 125	<i>1h</i> 250	<i>1.5h</i> 375	<i>0.5h</i> 132	<i>1h</i> 265	<i>1.5h</i> 398	
Durmiendo (1 TMB)	<i>9h</i> 414	<i>9h</i> 414	<i>9h</i> 414	<i>9h</i> 450	<i>9h</i> 450	<i>9h</i> 450	<i>8h</i> 424	<i>8h</i> 424	<i>8h</i> 424	
Energía para crecimiento ^e	72	72	72	86	86	86	48	48	48	
TOTAL, kcal/día	1746	1875	2004	1871	2011	2186	1929	2097	2338	
TOTAL, kcal/kg/día	48	52	56	44	47	51	40	44	49	
Múltiplos de TMB	1.55	1.70	1.80	1.55	1.65	1.80	1.50	1.65	1.85	

- Estimaciones de tiempo según Torún (inédito); costos energéticos según FAO/OMS/UNU (3)
- *Itálicas*: duración diaria de la actividad (horas). Tipo corriente: Gasto energético (kcal). **Negrita**: múltiplos de TMB.
- Al metabolismo basal calculado con fórmulas de Schofield et al (25), se le restó 5% según Torún (datos inéditos).
- Costo energético en múltiplos de TMB, según FAO/OMS/UNU (ref 3).
- Energía para crecimiento: 2, 1 y 0.5 kcal/kg peso corporal a los 10-15, 15 y 16-18 años, respectivamente (3).

El Cuadro 3 muestra los requerimientos de **infantes y niños menores de 10 años**. Como el peso corporal aumenta con la edad, se debe multiplicar la cifra que se muestra como kcal/kg/día para cada grupo etario, por el peso correspondiente. Para ello se debe usar el **peso ideal para la edad** del niño, en vez del peso real. De esta manera la dieta tenderá a corregir las deficiencias o excesos de peso. La última columna del Cuadro 3 ilustra el promedio del requerimiento para cada grupo etario.

El Cuadro 4 muestra los requerimientos de **niños mayores de 10 años y de adultos**. En este caso la TMB se calculó con las fórmulas derivadas por Schofield (25) (Cuadro 5). Algunas investigaciones recientes sugieren que esas fórmulas sobreestiman la TMB de escolares y adolescentes en alrededor de 5%.

Para calcular el requerimiento energético para grupos de población con un peso promedio diferente al que se muestra en el Cuadro 4, primero se debe calcular la TMB del grupo con las fórmulas del Cuadro 5. A continuación, ese valor se multiplica por los múltiplos de TMB que se muestran en el Cuadro 4, según la intensidad de la actividad física que predomine en el grupo.

Otro cálculo más rápido pero menos exacto, consiste en multiplicar el peso promedio del grupo por el requerimiento consignado en la penúltima columna del Cuadro 4 como kcal/kg/día. Este cálculo subestima el requerimiento de los que pesan menos y sobreestima el de los que pesan más de lo indicado en el Cuadro 4.

Las mujeres embarazadas requieren más energía para el crecimiento del feto, la placenta y tejidos maternos. De ahí que se recomienda un **incremento sobre los requerimientos usuales de 285 kcal/día** durante todo el embarazo (3). Aquellas mujeres que reducen su actividad física durante el embarazo deben consumir únicamente **200 kcal/día** adicionales.

Si la ganancia de peso durante el embarazo es adecuada, la mujer debe ingerir durante la **lactancia 500 kcal/día adicionales** para compensar el costo energético de producir y secretar leche (3). Por el contrario, si una mujer termina el embarazo sin reservas adecuadas de grasa corporal, durante los primeros 6 meses de lactancia deberá ingerir **700 kcal/día adicionales**. Cuando una mujer amamanta a más de un niño, su ingestión adicional de energía debe aumentar en proporción a la cantidad de leche que produce. Por ejemplo, si amamanta en forma regular a dos niños y satisface el apetito de ambos, debe ingerir diariamente 1,000 kcal extra.

CUADRO 3

REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA ALIMENTARIA DE
INFANTES Y NIÑOS MENORES DE 10 AÑOS^a

Edad	Sexo	Peso ^b kg	Requerimientos promedio ^c	
			kcal (kJ)/kg	kcal (MJ)/día
0 - 2.9 meses	M-F	4.7	115 (480)	550 (2.25)
3 - 5.9 meses	M-F	6.7	100 (420)	650 (2.80)
6 - 8.9 meses	M-F	8.3	95 (400)	800 (3.30)
9 - 11.9 meses	M-F	9.4	100 (420)	950 (3.95)
1 - 1.9 años	M-F	11.2	100 (420)	1100 (4.70)
2 - 2.9 años	M-F	13.4	95 (400)	1300 (5.35)
3 - 4.9 años	M-F	16.4	90 (375)	1500 (6.15)
5 - 6.9 años	M	20.7	85 (355)	1750 (7.35)
	F	19.7	80 (335)	1600 (6.60)
7 - 9.9 años	M	26.7	75 (315)	2000 (8.40)
	F	26.6	65 (270)	1700 (7.20)

^a Según FAO/OMS/UNU (3), pero sin 5% adicional después del año de edad.

^b Promedio para niños y niñas en el punto medio del intervalo de edad (26).

^c Aproximando a 5 kcal (kJ)/kg y 50 kcal (kJ)/día.

Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP

CUADRO 4
REQUERIMIENTOS DE ENERGIA DE NIÑOS MAYORES DE 10 AÑOS Y DE ADULTOS^a

Edad años	Actividad usual	Múltiplos TMB	Peso kg ^b	kcal/kg/día ^c	kcal/día ^d
HOMBRES					
10-11.9	Liviana	1.70	34	60	2050
	Moderada	1.85		65	2200
	Fuerte	2.00		70	2400
12-13.9	Liviana	1.65	42	50	2150
	Moderada	1.80		55	2350
	Fuerte	2.00		65	2650
14-15.9	Liviana	1.60	52	45	2350
	Moderada	1.80		50	2650
	Fuerte	2.05		60	3050
16-17.9	Liviana	1.60	62	45	2650
	Moderada	1.80		50	3000
	Fuerte	2.05		60	3400
18-64.9	Liviana	1.55	68	40	2650
	Moderada	1.80		45	3100
	Fuerte	2.10		55	3600
≥ 65	Liviana	1.50	65	30	2050
	Moderada	1.70		35	2300
	Fuerte	1.90		40	2600
MUJERES					
10-11.9	Liviana	1.55	36	50	1750
	Moderada	1.70		52	1900
	Fuerte	1.80		55	2000
12-13.9	Liviana	1.55	43	45	1850
	Moderada	1.70		47	2000
	Fuerte	1.80		50	2150
14-15.9	Liviana	1.55	48	40	1900
	Moderada	1.65		45	2100
	Fuerte	1.85		50	2350
16-17.9	Liviana	1.50	50	40	1950
	Moderada	1.65		45	2150
	Fuerte	1.85		50	2400
18-64.9	Liviana	1.55	53	35	1950
	Moderada	1.65		40	2100
	Fuerte	1.85		45	2350
≥ 65	Liviana	1.50	55	30	1750
	Moderada	1.60		35	1850
	Fuerte	1.80		40	2100
ENERGIA ADICIONAL DURANTE:					
EMBARAZO					285 ^e
LACTANCIA					500 ^f

^a Torún (inédito) para 10-18 años (Cuadros 1 y 2), y FAO/OMS/UNU para adultos (3).

^b Punto medio del intervalo de edad.

^c Aproximando a 5 kcal/kg/día, y a puntos intermedios en niñas de 10-14 años.

^d Aproximando a 50 kcal/día

^e 200 kcal/día para mujeres que reducen su actividad física durante el embarazo.

^f 700 kcal/día durante primeros 6 meses de lactancia para mujeres que terminan el embarazo sin reservas de grasa corporal adecuadas.

CUADRO 5

**ECUACIONES PARA CALCULAR LA TASA DE METABOLISMO BASAL
A PARTIR DEL PESO CORPORAL EN KG (P)***

Edad años	Tasa de metabolismo basal, kcal/día (<i>MJ/día</i>)	
	Hombres	Mujeres
0 - 3	59.5 P - 30 (0.249 P - 0.127)	58.3 P - 31 (0.244 P - 0.130)
3.1 - 10	22.7 P + 504 (0.095 P + 2.110)	20.3 P + 486 (0.085 P + 2.033)
10.1 - 18	17.7 P + 658 (0.074 P + 2.754)	13.4 P + 693 (0.056 P + 2.898)
18.1 - 30	15.1 P + 692 (0.063 P + 2.896)	14.8 P + 487 (0.062 P + 2.036)
30.1 - 60	11.5 P + 873 (0.048 P + 3.653)	8.1 P + 846 (0.034 P + 3.538)
> 60	11.7 P + 588 (0.049 P + 2.459)	9.1 P + 658 (0.038 P + 2.755)

* Fuente: Schofield (25). Algunas investigaciones recientes sugieren reducir en 5% los cálculos con estas ecuaciones para niños y adolescentes hasta 18 años de edad.

Recomendaciones Dietéticas

Tanto la ingestión excesiva como deficiente de energía puede ser nociva. Por ello, los requerimientos promedio representan las recomendaciones dietéticas (Cuadros 3 y 4). Dado que todas las personas tienden a mantener un equilibrio energético, la recomendación dietética para **adultos** es igual a la energía total que idealmente deberían gastar. Al gasto energético ideal de **niños y mujeres embarazadas** se agregó la cantidad de energía necesaria para un crecimiento normal. La recomendación dietética para **mujeres lactantes** incluye la energía adicional asociada con la formación y secreción de leche.

Cuando las dietas tienen un contenido muy alto de fibra derivada de frutas, hortalizas, cereales integrales, leguminosas, raíces y tubérculos, como sucede con muchas dietas del área rural o vegetarianas, la biodisponibilidad de la energía dietética disminuye. En estos casos se sugiere agregar 5% a las recomendaciones dietéticas diarias (3).

Fuentes Alimentarias

La fuente más concentrada de energía son las grasas, que aportan 9 kcal (38 kJ) por gramo, mientras que 1 g de carbohidratos o proteínas aporta 4 kcal (17 kJ) y 1 g de alcohol, 7 kcal (29 kJ).

El término "*calorías vacías*" se usa para denotar que el uso de azúcares y grasas en forma aislada aporta energía, pero no contribuye con otros nutrientes, con excepción de los ácidos grasos esenciales de las grasas. En general, es más conveniente y saludable consumir alimentos que contienen carbohidratos o grasas como parte de su composición natural. No obstante, el agregado de azúcares o grasas a la dieta es importante cuando se hace necesario aumentar la densidad energética de la misma.

Las **proteínas** también son una fuente importante de energía. Cuando la dieta excede los requerimientos de proteínas o cuando el organismo no las puede usar por un desequilibrio o deficiencia de aminoácidos, el excedente de proteínas se usa como fuente de energía o se convierte en glucosa o grasas. Estas últimas se almacenan como reservas de energía corporal.

En cuanto al **alcohol** como fuente de energía, se debe notar que los alcoholes **no son alimentos** y que su uso excesivo o frecuente tiene consecuencias nocivas para la salud. Sin embargo, su consumo contribuye a la cantidad total de energía ingerida, en forma de "*calorías vacías*".

Metas Nutricionales

Las metas nutricionales para la familia expresan las cantidades de cada nutriente en relación a la energía total de la dieta (2). Por lo tanto, la satisfacción de las necesidades energéticas es una premisa indispensable para alcanzar las metas en todos los nutrientes. Las metas nutricionales de energía están dirigidas a prevenir las consecuencias fisiológicas, psicológicas y sociales indeseables de la desnutrición y la obesidad.

La **densidad energética** es la cantidad de energía metabolizable en cada gramo de alimento. La densidad energética tiende a ser baja en muchas dietas tradicionales de América Latina, particularmente en áreas rurales, ya que se basan en vegetales con un alto contenido de fibra, contienen poca grasa y al cocinarlas retienen mucha agua. Eso obliga a ingerir cantidades grandes de esas dietas para que una persona satisfaga sus requerimientos de energía. Esto dificulta llenar los requerimientos de niños pequeños, debido a su capacidad gástrica limitada, y de ancianos, debido a su disminución del apetito.

Ante ello, se recomienda preparar los **alimentos líquidos** para **infantes, niños preescolares y ancianos** con una densidad energética de **0.60 a 0.75 kcal por ml**, y los **alimentos sólidos y semisólidos** con **alrededor de 2 kcal por gramo**. Es importante notar que las fórmulas lácteas adecuadamente preparadas con leche descremada, que es muy común en los programas de ayuda alimentaria, sólo aportan 0.4 kcal/ml. Dietas con densidades energéticas entre **1.4 y 2.5 kcal/g** --combinando las densidades de los alimentos líquidos y sólidos-- permiten satisfacer los requerimientos de **niños mayores y adultos**.

La densidad energética de los alimentos se puede aumentar agregándoles aceites, mantecas vegetales o azúcar, o preparando bebidas y platillos menos voluminosos y más espesos. Esto último se logra agregando menos agua a los alimentos o evaporándola al cocinarlos. Otra opción es sustituir el agua por alimentos líquidos que aportan energía, tales como leche o atoles, en la preparación de las comidas.

En contraste con lo anterior, cuando hay problemas de **sobrepeso u obesidad**, es conveniente usar alimentos y dietas con baja densidad energética. Los alimentos vegetales, pescados y carnes magras preparados con poca o ninguna grasa ni azúcar, la leche descremada y las bebidas endulzadas con edulcorantes artificiales son buenas opciones.

Hay un límite en la recomendación de reducir la energía alimentaria para evitar la obesidad, por lo que ésta se debe complementar con un **incremento en la actividad física** ocupacional o discrecional. Además de aumentar el gasto energético, el ejercicio ayuda a mantener la capacidad física y tono muscular del individuo, y reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Aminoácidos y Proteínas

Consideraciones Generales

Las proteínas de los alimentos son indispensables para la vida y la salud. Sirven como fuente de los aminoácidos y nitrógeno necesarios para la síntesis de compuestos tales como proteínas corporales, péptidos, ácidos nucleicos y creatina. Algunas proteínas y péptidos tienen funciones específicas importantes como enzimas, hormonas, y proteínas transportadoras de diversas sustancias. Las proteínas también proveen energía para el organismo. Cuando la dieta no contiene cantidades adecuadas de energía, la síntesis proteínica se reduce, hay mayor oxidación tisular de aminoácidos para generar energía y, consecuentemente, aumentan los requerimientos de proteínas.

Las proteínas corporales se forman por la unión de **aminoácidos**, los cuales provienen de la dieta y de las proteínas del mismo organismo, las que constantemente se están degradando y produciendo de nuevo. Algunos aminoácidos, llamados **esenciales**, deben ser ingeridos preformados en la dieta. Otros, los aminoácidos **no esenciales**, también están en los alimentos pero, además, pueden ser sintetizados por los humanos a partir de compuestos nitrogenados de la dieta o los tejidos y de precursores hidrocarbonados.

El reciclaje de proteínas necesita de energía dietética, por lo que el balance energético influye en el balance de nitrógeno y en la utilización de las proteínas dietéticas. De ahí, que los requerimientos promedio de proteínas se refieren a personas que mantienen un balance energético y desarrollan una actividad moderada.

La deficiencia proteínica puede deberse a la ingestión de cantidades insuficientes de proteínas o a la ingestión de proteínas de baja calidad nutricional que no aportan todos los aminoácidos esenciales que el organismo requiere.

El exceso de ingestión de proteínas no es un problema, ya que ninguna dieta usual suministra cantidades que tengan efectos nocivos. La ingestión de cantidades artificialmente altas de proteínas tiende a reducir el apetito, lo cual constituye un mecanismo fisiológico de protección.

Calidad Proteínica

La calidad nutricional de las proteínas alimentarias se debe evaluar en función de su composición de aminoácidos y su digestibilidad (5). También se debe considerar la concentración o contenido total de proteínas en el alimento o la dieta.

□ **Composición de Aminoácidos.** Las proteínas alimentarias se utilizan mejor cuando contienen aminoácidos esenciales en cantidades proporcionales a los requerimientos de cada aminoácido. El aminoácido esencial presente en concentración más baja en relación a los requerimientos se denomina **aminoácido limitante**.

Para evaluar la calidad de las proteínas de una dieta o de un alimento en base a su composición de aminoácidos, se compara la cantidad del aminoácido esencial más limitante, expresada en miligramos por gramo de proteínas totales, con un **patrón de aminoácidos de referencia**. Esto da el llamado "puntaje químico" de las proteínas. Un grupo de expertos convocado por FAO y OMS (5) recomendó a la Comisión Internacional del *Codex Alimentarius*, que para evaluar las proteínas de los alimentos para **niños menores de un año** se tomara como referencia la composición de aminoácidos de la leche humana. Para **las demás edades** se recomendó que fuera el patrón de aminoácidos propuesto por FAO/OMS/UNU (3) para preescolares (Cuadro 6), que se deriva de investigaciones realizadas en el INCAP (27, 28).

CUADRO 6

PATRÓN DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES PARA EVALUAR LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LAS PROTEÍNAS^a

Aminoácidos	mg/g de proteína
Fenilalanina + tirosina	63
Histidina ^b	[19] ^b
Isoleucina	28
Leucina	66
Lisina	58
Metionina + cisteína	25
Treonina	34
Triptofano	11
Valina	35

^a Fuentes: FAO/OMS/UNU (3) y FAO (5), basadas en los requerimientos de aminoácidos de preescolares establecidos en el INCAP (27, 28) y las recomendaciones dietéticas diarias de proteínas de referencia (3).

^b La esencialidad de la histidina para niños mayores y adultos no ha sido claramente demostrada.

El Cuadro 7 muestra el puntaje químico de algunas fuentes de proteínas comunes en América Latina. Las proteínas de origen animal generalmente tienen concentraciones relativamente altas de todos los aminoácidos esenciales y, por consiguiente, un excelente puntaje químico. La calidad de las proteínas de origen vegetal usualmente está limitada por uno o más aminoácidos. Esta limitante es casi siempre por su contenido de lisina y, con menor frecuencia, de aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), triptofano y/o treonina.

□ **Digestibilidad.** Las proteínas de los alimentos deben ser digeridas para liberar los aminoácidos y dipéptidos que son absorbidos por el intestino delgado. La proporción de las proteínas alimentarias cuyos aminoácidos son absorbidos en el intestino representan la **digestibilidad proteínica**.

La digestibilidad proteínica de las dietas varía debido a las cualidades intrínsecas de sus proteínas (por ejemplo, las proteínas animales se digieren mejor que las de origen vegetal), a la presencia de componentes que interfieren con la digestión (por ejemplo, inhibidores de la tripsina, polifenoles, fibra dietética) y a cambios físico-químicos inducidos por el procesamiento de los alimentos (por ejemplo, algunos alimentos refinados o cocidos se digieren mejor que en su forma natural o cruda).

En general, se puede asumir una digestibilidad de 75 a 80% para las dietas basadas en cereales integrales y otros vegetales, 95% para las basadas en alimentos de origen animal y cereales refinados, y 85 a 90% para las que incluyen proporciones importantes de ambos tipos de alimentos. El Cuadro 8 muestra la digestibilidad de las proteínas de varios alimentos y dietas de uso común en América Latina (3, 6, 7).

El puntaje químico de las proteínas debe ser corregido por la digestibilidad de la dieta. Por ejemplo, una dieta cuyas proteínas contienen sólo el 90% de la proporción de lisina en relación al patrón de aminoácidos, y con una digestibilidad de 80%, tiene un **puntaje químico corregido** de $(0.90 \times 0.80) \times 100 = 72\%$.

□ **Concentración de Proteínas.** El contenido de proteínas de un alimento o dieta generalmente se expresa como los gramos de proteína por 100 g de alimento. El Cuadro 9 muestra el contenido proteínico de varios alimentos comunes.

CUADRO 7

PUNTAJE QUIMICO DE ALGUNAS FUENTES DE PROTEINA*

Alimento	Puntaje Químico (%)
Leche	100
Huevo	100
Carne de res	100
Proteína aislada de soya	97
Frijol rojo	84
Arveja	82
Garbanzo	81
Frijol negro	74
Arroz	73
Avena	63
Lentejas	60
Haba	55
Maíz	50
Trigo	44

* Adaptado de referencia 5.

CUADRO 8

VALOR PROMEDIO DE DIGESTIBILIDAD "VERDADERA" DE LAS PROTEÍNAS DE DIVERSOS ALIMENTOS Y DIETAS COMUNES EN AMÉRICA*

Fuente de proteína	Digestibilidad verdadera ** (%)	Digestibilidad en relación a la proteína animal (%)
Alimentos individuales		
Leche, huevo, carne, pescado	95	100
Harina refinada de trigo	96	101
Aislado de soya	94	99
Arroz pulido	88	93
Harina de soya	86	91
Trigo entero	86	91
Harina de avena	86	91
Productos de maíz	85	89
Frijoles	69	73
Combinación de alimentos		
Arroz + soya + leche	91	96
Arroz + frijoles	78	82
Maíz + frijoles	72	76
Dietas mixtas		
Dieta estadounidense	96	101
Dieta clase alta colombiana	93	98
Dieta ejército guatemalteco	90	95
Dieta clase media chilena	82	86
Dieta clase rural colombiana	80	84
Dieta rural mexicana	80	84
Dieta rural guatemalteca	79	83
Dieta rural brasileña	75	79

* Calculados de datos publicados en las referencias 3, 6, 7.

** Calculada asumiendo pérdidas fecales obligatorias de 12 mg N/kg/día en adultos y 20 mg N/kg/día en niños.

CUADRO 9

CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNAS EN DIVERSOS ALIMENTOS
(G PROTEÍNA/100 G ALIMENTO)*

	Listo para comer	Crudo o harina
Carne de res, magra	36.8 cocida	21.4
Pescado	31.8 frito	20.0
Pan blanco de rodaja	12.0	--
Huevo de gallina	11.3 hervido	11.3
Soya	--	35.5
Lentejas	7.1 cocida	23.7
Frijol negro, blanco, colorado	6.2 cocido	22.0
Harina de trigo	--	11.0
Maíz	--	9.4
Tortilla de maíz	4.2	--
Arepa de maíz	4.0	--
Leche fresca, de vaca	3.3 fluida	3.3
Leche en polvo, de vaca	3.2 reconst. 12%	26.1
Arroz	3.2 cocido	7.2
Papa, sin cáscara	1.1 cocida	1.8

* Calculado en referencia 29 a partir de referencias 30 y 31.

Como los alimentos preparados y listos para ser ingeridos contienen cantidades variables de agua y otros componentes que reducen la concentración de proteínas, se prefiere expresar su contenido proteínico como la proporción de la energía alimentaria total que es aportada por las proteínas. A esta proporción se le llama **relación proteína/energía** o **P/E %**. Por ejemplo, una dieta que provee 75 g de proteína (4 kcal/g) y 3000 kcal tiene una P/E de 10%. La mayor parte de las dietas tienen una relación P/E que varía entre 7 y 15%. Esta relación es un indicador adecuado de la calidad proteínica de una dieta, ya que las necesidades de energía de las personas determinan la cantidad de alimentos que ingieren.

Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos de proteínas están determinados por las necesidades de **nitrógeno total** y de **aminoácidos esenciales**, necesarios para mantener la integridad de los tejidos y compensar las pérdidas de nitrógeno corporal. En los **niños** y **mujeres embarazadas** las necesidades son mayores para la formación de tejidos y mantener velocidades de crecimiento compatibles con una adecuada salud y nutrición. Los requerimientos de **mujeres que están amamantando** incluyen las necesidades asociadas con la producción y secreción de leche; fueron calculados con un factor de eficiencia de 70% para convertir proteína dietética en proteína de leche humana.

Los requerimientos promedio se calcularon a partir de información experimental --incluyendo numerosas investigaciones realizadas en el INCAP-- y cálculos teóricos aplicables a individuos sanos que comen dietas con proteínas de alta digestibilidad y un patrón óptimo de aminoácidos esenciales. Es necesario hacer ajustes por el puntaje químico y la digestibilidad para calcular los requerimientos de otro tipo de proteínas.

Como las necesidades de proteína son influidas por la ingesta de energía, el requerimiento promedio de proteínas se refiere a personas que están en equilibrio de energía y mantienen niveles moderados de actividad física (3).

Los requerimientos y RDD de proteínas son expresados como **gramos de proteína por kilogramo de peso** y son constantes para los grupos de edad y sexo que se muestran en el Cuadro 10.

CUADRO 10
REQUERIMIENTO PROMEDIO DE PROTEINAS Y RECOMENDACIONES
DIETETICAS DIARIAS CON DOS TIPOS DE DIETA^a

Edad	Peso kg	Requerimiento promedio g/kg/d	Recomendación dietética diaria				
			Proteínas de referencia ^b g/kg/d g/día		Proteínas de dieta mixta ^c g/kg/d g/día		
NIÑOS							
3 - 5.9 meses	6.7	1.38	1.85 ^b	13	2.5	17	
6 - 8.9 meses	8.3	1.25	1.65	14	2.2	18	
9 - 11.9 meses	9.4	1.15	1.50	14	2.0	19	
1 - 1.9 años	11.2	0.97	1.20	13	1.6	18	
2 - 2.9 años	13.4	0.91	1.15	15	1.55	21	
3 - 4.9 años	16.4	0.87	1.10	18	1.5	25	
5 - 6.9 años	20.2	0.82	1.00	20	1.35	27	
7 - 9.9 años	26.7	0.81	1.00	27	1.35	36	
10 - 11.9 años	35	0.79	1.00	35	1.35	47	
HOMBRES							
12 - 13.9 años	42	0.79	1.00	42	1.35	57	
14 - 15.9 años	52	0.75	0.95	49	1.3	68	
16 - 17.9 años	62	0.70	0.90	56	1.2	74	
18 y más años	68	0.60	0.75	51	1.0	68	
MUJERES							
12 - 13.9 años	43	0.76	0.95	41	1.3	56	
14 - 15.9 años	48	0.71	0.90	43	1.2	58	
16 - 17.9 años	50	0.65	0.80	40	1.1	55	
18 y más años	53	0.60	0.75	40	1.0	53	
				Cantidad adicional de proteína por día (g)			
EMBARAZO				6		8	
LACTANCIA							
Primeros 6 meses				17		23	
Más de 6 meses				12		16	

^a Recomendaciones calculadas en base a FAO/OMS/UNU (3). Promedio de requerimientos más 2 veces el coeficiente de variabilidad (CV) para cada grupo de edad; en el embarazo, el peso del recién nacido más 2 veces su CV; en la mujer lactante, la secreción de leche más 2 veces su CV.

^b Proteínas de leche o huevos. Los datos para menores de 6 meses se aplican a niños cuya proteína dietética no proviene exclusivamente de leche materna.

^c Proteínas con digestibilidad verdadera de 80-85% y calidad aminoacídica de 90% en relación a la leche o huevo.

Recomendaciones Dietéticas

Los requerimientos de proteínas de un grupo de individuos de la misma edad y sexo siguen una distribución normal, por lo que el requerimiento promedio sólo cubre las necesidades de la mitad de esos individuos. Como no se han detectado efectos indeseables cuando la ingestión de proteínas sobrepasa considerablemente esa cantidad, la **recomendación dietética diaria (RDD)** de proteínas corresponde al requerimiento promedio más dos desviaciones estándar, cantidad que mantiene la salud de prácticamente todos los individuos de cada grupo etario. Esta cantidad ha sido denominada **nivel seguro de ingestión**, y equivale al valor promedio más 35% para menores de 6 meses, 30% para 6-12 meses y 25% para los demás (3).

En el caso de **niños menores de 4 meses**, la RDD corresponde a la cantidad provista por la leche humana o fórmulas lácteas apropiadas. Es frecuente que a partir de esa edad se introduzcan otros alimentos a la dieta. Al cumplir un año, muchos niños latinoamericanos ya están comiendo una dieta mixta conformada por cereales, leguminosas, otros vegetales y productos de origen animal. Este patrón dietético persiste aún en la edad adulta, por lo que las RDD de proteínas también se calcularon para dietas con una calidad aminoacídica de aproximadamente 905 en relación al patrón de referencia de aminoácidos esenciales y una digestibilidad proteínica de 80-85%, lo cual equivale a un **puntaje químico corregido de 75%**.

Durante el **embarazo** la RDD corresponde a la cantidad total de proteínas para todo el embarazo (925 g), cuando el aumento de peso es de 12.5 kg, más un 30% para cubrir a la mayoría de las mujeres normales embarazadas. Esto proporciona 6 g/día adicionales de proteína de alta calidad biológica durante todo el embarazo.

En la **lactancia**, la RDD se basa en la cantidad de leche producida con una eficiencia de utilización de 70%, la ingestión adicional recomendada es de 17.5 g/día, de proteínas de alta calidad y digestibilidad en los primeros seis meses de lactancia, y 12.0 g/día, en el segundo semestre de lactancia.

En el Cuadro 10 se presentan las RDD de proteínas para individuos sanos con dos tipos de dieta, una con alimentos que contienen una calidad proteínica óptima y otra con una calidad proteínica de 75%. Las cifras están expresadas como gramos de proteína por kg, y por día para individuos con un peso correspondiente a la mediana de su grupo etario. Las cantidades adicionales para el embarazo y la lactancia solo se expresan como gramos de proteína por día, ya que son independientes del peso de la mujer.

Fuentes Alimentarias

Los alimentos de origen animal (carne, huevos, pescados, leche y sus derivados) son las mejores fuentes de proteínas. Los alimentos de origen vegetal, excepto la soya, presentan limitantes en su contenido de aminoácidos esenciales.

Las principales fuentes vegetales de proteínas son las leguminosas y los cereales. Entre las leguminosas, la soya tiene la concentración más alta de proteínas, 36%, así como el mejor patrón de aminoácidos. Le siguen las lentejas con 24% y el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) con 22% (32). Los aminoácidos azufrados (metionina y cisteína) son usualmente limitantes en las leguminosas.

El arroz es el cereal con proteína de mejor calidad, aunque limitado por su contenido de lisina y treonina. El maíz y el sorgo son los de menor calidad, con un contenido bajo de lisina y, en segundo término, de triptófano (33). Las raíces y tubérculos son principalmente fuentes de energía, ya que su contenido de proteínas es muy bajo. Las papas, no obstante, tienen un buen patrón de aminoácidos esenciales, que en cierta forma compensa su baja concentración de proteínas.

Existen algunos vegetales que no son de uso común en las dietas latinoamericanas pero que tienen un alto potencial como fuentes de proteínas, tales como:

- **Granos oleaginosos:** Contienen cantidades relativamente altas de algunos aminoácidos esenciales (por ejemplo, metionina en las semillas de algodón y de ajonjolí). Los factores tóxicos o antinutricionales, como el gossipol en la semilla de algodón, son eliminados a través de un procesamiento adecuado.
- **Hojas deshidratadas:** Tienen concentraciones de proteínas que oscilan entre 19% (soya) y 42% (quixtan o *Solanum shanonii*). Otras hojas, como verdolaga, berro, bledo (hoja del amaranto), kikuyu (*Penicetum clandestinum*), ramio (*Boehmeria nivea gaud*), chipilín (*Crotalaria longirostrata*) y macuy (*Solanum nigrum*), también tienen un alto contenido de proteínas, mayor aún que el de varios cereales y leguminosas. Estas hojas generalmente tienen un contenido deficiente de metionina y fenilalanina, pero pueden complementar la deficiencia de lisina en los cereales (34).
- **Diversas variedades de frijoles,** como el caupí y canavalia, con buen contenido y calidad proteínica (34, 35).

- **Semillas de amaranto**, con 14 a 17% de proteína y una proporción alta de lisina y aminoácidos azufrados (36).
- **Otras semillas**, como la pepitoria o semilla de calabaza, con 36% de proteína y alto contenido de lisina, triptofano y metionina, y adecuado en los demás aminoácidos esenciales; la semilla de morro o júcaro (*Crescentia alata*) con 27% de proteína y alto contenido de triptofano, pero deficiente en lisina, metionina y treonina; la torta residual después de extraer el aceite de la semilla de hule (*Hevea brasiliensis*), que se puede tratar para eliminar su contenido de ácido cianhídrico, y contiene alrededor de 32% de proteína, aunque deficiente en metionina y lisina (34).

Factores que Afectan al Alimento como Fuente de Proteínas

- ❑ **Composición.** Un alto contenido de fibra, taninos y otros polifenoles en la dieta interfieren con la digestión de las proteínas y la biodisponibilidad de sus aminoácidos.
- ❑ **Manejo Genético.** Se ha producido variedades de maíz, tales como Nutricia (Opaco-2), con 4 g de lisina y 0.96 g de triptofano por 100 g de proteína, lo cual aumenta grandemente su calidad proteínica. También existen variedades de arroz con más de 9% de proteína, lo cual es un incremento de 30% sobre el contenido proteínico del arroz común (37).
- ❑ **Producción.** Fertilizantes nitrogenados o herbicidas derivados de S-triazina y urea permiten producir granos con una concentración más alta de proteínas. Esto es especialmente efectivo cuando se usan en la etapa reproductiva del arroz (35). En el caso del maíz, el incremento de proteína es a expensas de la fracción proteínica de la zeína, lo cual reduce el valor nutricional del grano, ya que esta proteína es deficiente en lisina y triptofano (37).
- ❑ **Almacenamiento.** El almacenamiento prolongado de la leche en polvo y las leguminosas de grano bajo condiciones de temperatura y humedad altas reduce la biodisponibilidad de su lisina y aminoácidos azufrados y, por ende, su calidad proteínica (38). El almacenamiento prolongado bajo esas condiciones también endurece los granos leguminosos. Aunque esto no afecta su calidad o contenido proteínico, ocasiona un rechazo por los consumidores debido al aumento en tiempo y combustibles para cocinarlos. Estos granos pueden usarse industrialmente para preparar mezclas vegetales de alto valor nutritivo (39, 40).

El almacenamiento bajo congelación no afecta el valor nutritivo de las proteínas de los alimentos y el almacenamiento al vacío permite preservarlos mejor.

- **Procesamiento.** La cocción por **extrusión** mejora la digestibilidad de las proteínas de las semillas oleaginosas y leguminosas, posiblemente debido al desdoblamiento térmico de las globulinas y la inactivación de los inhibidores de tripsina y lectinas. Sin embargo, un tratamiento térmico excesivo puede reducir la biodisponibilidad de las proteínas por una interacción con los carbohidratos (41).

La **extracción industrial del aceite** de las semillas oleaginosas deja una torta residual que permite la preparación de harinas con una concentración alta de proteínas, del orden de 50%, sin alteraciones en su patrón de aminoácidos.

La **extracción y separación de proteínas** de soya y otras leguminosas de grano por medios húmedos da origen a aislados proteínicos que pueden tener un alto valor nutricional. Por ejemplo, el aislado proteínico de soya es equivalente a las proteínas animales en términos de digestibilidad y patrón de aminoácidos. Entre los usos que se les da están las fórmulas infantiles y otras bebidas a base de soya, y harinas de leguminosas para mejorar el pan y las pastas.

La **molienda** de los granos puede producir pérdidas significativas en la calidad de las proteínas. Pero si únicamente se elimina la cáscara, la calidad y digestibilidad de las proteínas mejoran notablemente.

La **fermentación** mejora la biodisponibilidad de las proteínas, especialmente en cereales como el trigo. La fermentación de la masa del maíz también reduce la contaminación bacteriana.

La calidad nutricional de los alimentos procesados por métodos donde se emplea el calor depende básicamente de la relación entre el tiempo y la temperatura que se aplica durante el proceso. La **esterilización** a temperaturas superiores a la pasteurización puede producir coagulación, desfosforilación, desnaturalización o reducción en la biodisponibilidad de las proteínas de diversos alimentos (42). Sin embargo, el método de esterilización con muy alta temperatura por corto tiempo (UHT) reduce la pérdida de nutrientes y preserva la calidad de la proteína.

El procesamiento industrial para producir **harinas precocidas** de maíz cuando es realizado adecuadamente no afecta el valor nutritivo de la proteína. Sin embargo, la **tostación** de los granos crudos para elaborar la harina usada en atoles reducen la calidad proteínica de este cereal (43).

Los alimentos preparados con maíz tierno, tales como el atol o tamal de elote tienen mejor calidad proteínica que los que usan el maíz maduro.

El **salteado** de pescados y carnes desnaturaliza las proteínas pero no afecta su calidad aminoacídica. El **ahumado** reduce la biodisponibilidad de la lisina y la solubilidad de las proteínas. Debe tomarse en cuenta que el consumo frecuente de productos salteados o ahumados aumenta el riesgo de desarrollar hipertensión arterial o cáncer gastrointestinal.

- ❑ **Preparación del Frijol a Nivel Casero.** La importancia del frijol como fuente de proteínas en la dieta de muchos países amerita consideraciones sobre su preparación casera. El remojo de los granos previo a cocinarlos y el descarte del agua de remojo elimina numerosas sustancias hidrosolubles que reducen la digestibilidad de las proteínas. La **cocción húmeda**, hirviendo o cocinando en ollas de presión, mejora la digestibilidad proteínica de las leguminosas y destruye las sustancias antinutricionales que contienen estos granos (hemaglutininas e inhibidores de enzimas proteolíticas). Este efecto es mayor que el del calentamiento en seco (tostación) (41). Sin embargo, un calentamiento excesivamente prolongado reduce en forma progresiva la calidad proteínica por destrucción de algunos aminoácidos esenciales o por reducción en su biodisponibilidad, tal como sucede en el caso del frijol frito (44).

El caldo de frijol, usado desde temprana edad en varios países, contiene abundantes polifenoles y otras sustancias de la cáscara del grano, los cuales reducen la digestibilidad de las proteínas durante la cocción (45). Esto se acentúa cuando el caldo se prepara con el agua usada para remojar y suavizar los granos.

Mejoría del Valor Nutricional

La combinación de fuentes alimentarias de proteínas o el agregado de proteínas o aminoácidos específicos puede aumentar la calidad de la dieta al mejorar su composición y patrón de aminoácidos o su concentración de proteínas.

- ❑ **Complementación.** Esta es la combinación de un alimento cuya calidad proteínica está limitada por uno o más aminoácidos esenciales, con otro(s) alimento(s) que contiene(n) cantidades relativamente altas del aminoácido limitante, resultando en una dieta con mejor calidad proteínica. La Gráfica 1 ilustra una doble complementación, en la que un alimento suple el aminoácido que limita a otro, y este último complementa la deficiencia del primer alimento

en relación a otro aminoácido. Un requisito importante para la complementación es que por lo menos uno de los alimentos tenga una concentración alta de proteínas.

Este principio puede aplicarse a la preparación de dietas en el hogar y a la elaboración industrial de mezclas vegetales, como en el caso de la Incaparina en Guatemala, que al combinar harina de maíz con harina de torta de semilla de algodón demostró la factibilidad de mejorar la calidad de la dieta con alimentos disponibles localmente en Centro América (33).

En el sistema alimentario de cereal-leguminosas que predomina en varios países, la combinación de aproximadamente 3 partes de maíz o 5 de arroz con 1 parte de frijol produce un buen patrón de aminoácidos. El valor proteínico de las mezclas o combinaciones de alimentos vegetales mejora notablemente cuando se les agrega pequeñas cantidades de proteínas de origen animal.

□ **Suplementación o Fortificación.** Consiste en agregar aminoácidos o proteínas a algún alimento. La suplementación o fortificación se puede hacer durante la molienda o procesamiento de harinas, o en la preparación de alimentos, como tortillas o panes. El agregado puede ser de:

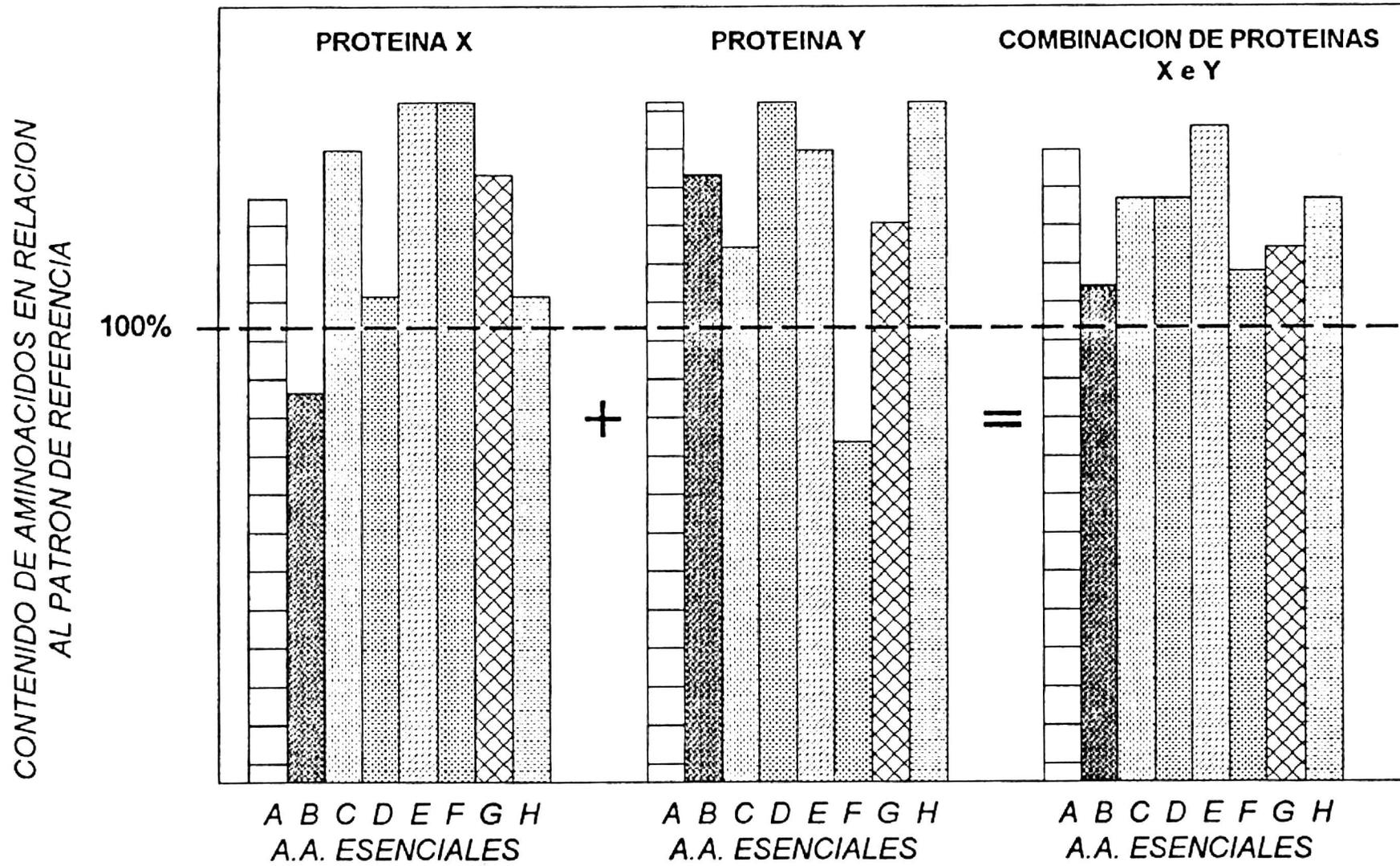
- **Aminoácidos sintéticos**, que suplementan los que el alimento no tiene en suficiente cantidad. Ejemplos de ello son la adición de lisina a la harina de trigo y la de lisina y triptofano a la harina o masa de maíz (43).
- **Concentrados de proteínas**, ya sean alimentos, como huevo o harina de soya, o proteínas aisladas, como caseína o aislados de soya. La suplementación con aminoácidos o proteínas se puede aprovechar para suplementar el alimento con vitaminas y minerales (43).

Metas Nutricionales

En términos de la relación de proteínas a energía (P/E), los niños y adultos pueden satisfacer sus necesidades de proteínas con una dieta que proporcione de 8 a 10% de la energía en forma de proteínas de buena calidad, siempre y cuando ingieran suficiente cantidad de alimentos para satisfacer sus necesidades de energía.

GRAFICA 1 COMPLEMENTACION DE AMINOACIDOS ESENCIALES

Al combinar las dos proteínas, la proteína X compensa la deficiencia del aminoácido F en la proteína Y, y la proteína Y compensa la deficiencia del aminoácido B en la proteína X*



* Modificado de la referencia 46.

Es altamente recomendable que la dieta contenga por lo menos 10 a 20% de proteínas de origen animal que, además de mejorar el aporte de aminoácidos esenciales, aumenta la absorción y biodisponibilidad de varios minerales de la dieta. Además, muchos alimentos de origen animal también aportan cantidades importantes de diversas vitaminas y minerales. Para poblaciones con muy poca proteína animal en sus dietas y que viven en un ambiente poco higiénico --como es el caso de grandes sectores de la población centroamericana--, sería más apropiada una relación P/E cercana a 12%. Para los ancianos es recomendable aumentar la relación P/E hasta 12-14% (47).

En términos prácticos, no es necesario fijar un límite máximo para la ingestión de proteínas, ya que ninguna dieta usual contiene tantas proteínas como para tener efectos nocivos. Sin embargo, se considera conveniente limitar las proteínas de origen animal a un máximo entre 30 y 50% del total de proteínas en la dieta, excepto en niños menores de un año, quienes deberían ingerir cantidades generosas de leche humana o de vaca (2). Esto se basa en la asociación que se ha observado entre la ingestión de grandes cantidades de productos cárnicos, lácteos o huevos, y el riesgo de aterosclerosis. Además, las fuentes de proteínas animales, con excepción de leche descremada, pescados y carnes muy magras, también contienen grasas saturadas, cuyo consumo debe ser limitado de acuerdo con lo descrito en la sección de "Grasas".

Se sugiere aumentar en 10% las recomendaciones de proteínas para poblaciones con dietas que tienen cantidades subóptimas de energía o que viven bajo condiciones higiénicas deficientes, para compensar el uso de aminoácidos como fuente de energía y la baja digestibilidad debida a una alta incidencia de enfermedades gastrointestinales. También se sugiere que en las zonas donde la diarrea es endémica, el aporte de proteínas para niños durante la convalecencia se aumente en 20-40% (2).

Carbohidratos

Consideraciones Generales

La función principal de los carbohidratos es aportar energía cuando son oxidados en el organismo. También son necesarios para evitar cetosis y mejorar la utilización metabólica de las proteínas, pero ésto requiere la ingestión de apenas 50-100 g diarios, que es sólo una pequeña fracción de la cantidad total de carbohidratos que normalmente se consumen con cualquier dieta (4, 48).

Los carbohidratos son la mayor fuente de energía en las dietas --y de casi todas las poblaciones del mundo--, en las que aportan entre 55 y 80% de la energía total. Se encuentran principalmente como **almidones** y **dextrinas**, también llamados *carbohidratos complejos digeribles*. En segundo término, están como **azúcares**, siendo los más comunes la **sacarosa** o azúcar de caña, la **lactosa** o azúcar de la leche y los monosacáridos **glucosa** y **fructosa**.

A los azúcares producidos industrialmente, como la sacarosa, glucosa y fructosa, también se les llama "*azúcares libres*". La sacarosa es una fuente concentrada de energía, agradable al gusto y relativamente barata en Centro América, por lo que puede usarse para aumentar la densidad energética de muchas dietas. No obstante, se debe tener en cuenta que los azúcares libres refinados proporcionan las llamadas "*calorías vacías*", en el sentido de que no contienen otros nutrientes. Lo mismo se aplica al azúcar morena o no refinada y a la miel de abejas, aunque pueden contener pequeñas cantidades de minerales y de algunas vitaminas hidrosolubles.

Una forma especial de carbohidratos son los polisacáridos complejos, generalmente no digeribles, que forman parte de la **fibra dietética**, los cuales son tratados en otra sección.

Mientras la dieta aporte una cantidad adecuada de energía, no hay evidencia clínica ni epidemiológica de alteraciones debidas a una deficiencia de carbohidratos. Así mismo, el exceso de la ingestión de carbohidratos no tiene efectos nocivos, excepto cuando contribuye a una ingestión excesiva de energía alimentaria (5).

Debido a la proliferación en la boca de bacterias que usan azúcares como substrato, la ingestión frecuente de azúcares en los alimentos y de la sacarosa, glucosa, fructosa y jarabe de maíz que se usan en la confección de dulces, jaleas, bebidas carbonatadas y otros productos industriales, está relacionada con una mayor incidencia de **caries dentales**, particularmente cuando se asocia con mala higiene oral. El efecto cariogénico de los azúcares está más relacionado con la frecuencia y forma de ingestión que con la cantidad total ingerida. Así, la ingestión entre comidas de jugos, bebidas y golosinas azucaradas es más cariogénica que la ingestión de azúcares como parte de las comidas. Este efecto cariogénico puede disminuirse mediante el cepillado de los dientes después de ingerir los azúcares y con una ingestión adecuada de flúor.

La mayoría de los adultos han perdido la actividad intestinal de la enzima lactasa, necesaria para digerir la lactosa, por lo que la ingestión de productos lácteos que contienen lactosa les provoca malestares tales como flatulencia, diarrea o dolor abdominal. Esto se evita reduciendo la ingestión de alimentos que contienen lactosa o sustituyéndolos por yogurt o leche con un bajo contenido de lactosa o con lactasa agregada (4, 49, 50).

La intolerancia a la lactosa es rara en niños menores de 5 años. Los niños con desnutrición severa se recuperan adecuadamente con dietas a base de leche. Por lo tanto, **no se deben suspender** los programas de distribución de leche a niños de escasos recursos económicos por el temor de una alta incidencia de intolerancia a la lactosa.

Requerimientos Nutricionales

No existe un requerimiento de carbohidratos, ya que la mayoría de los aminoácidos, el glicerol de las grasas y algunos ácidos orgánicos se pueden convertir en glucosa. Sin embargo, cuando la dieta no contiene carbohidratos, hay un incremento en la lipólisis y oxidación de ácidos grasos que produce un acúmulo de cuerpos cetónicos en el organismo y también aumenta la degradación de proteínas tisulares y alimentarias. Estos efectos indeseables de las dietas libres de carbohidratos

o del ayuno prolongado se contrarrestan con la ingestión de 50-100 g de carbohidratos al día.

Recomendaciones Dietéticas

Se recomienda que después de la infancia, entre el 10 y 14% de la energía total de la dieta sea derivada de proteínas, y entre 20 y 25% de grasas. Por lo tanto, los carbohidratos deben aportar **entre 60 y 70% de la energía total** (2). Esto equivale a 300-350 gramos diarios de carbohidratos para una persona que ingiere 2,000 kcal/día.

Los carbohidratos complejos deben ser la principal fuente de energía. Estos sólo se encuentran en alimentos vegetales, particularmente en los cereales, leguminosas, raíces y tubérculos. En contraste con las llamadas "calorías vacías" de los azúcares libres, los alimentos que contienen carbohidratos complejos también aportan ácidos grasos esenciales, carotenos, vitaminas hidrosolubles, calcio, zinc, hierro y otros oligoelementos, así como fibra dietética.

Debido a ese aporte de nutrientes, a la asociación de la ingestión de azúcares con caries dentales y al riesgo de obesidad cuando se ingiere un exceso de "calorías vacías", es recomendable que la mayor parte de la energía alimentaria (50-65%) derive de los carbohidratos complejos y de azúcares naturalmente contenidos por los alimentos, y que la ingestión de **azúcares libres** se limite a un **máximo de 10% de la energía** (2). Este límite se podrá incrementar cuando sea necesario usar azúcares para aumentar la densidad energética de la dieta, en vista que los alimentos ricos en almidones se tornan voluminosos al cocinarlos, lo cual limita la cantidad que pueden ingerir los niños pequeños.

Fuentes Alimentarias

La leche es el único alimento de origen animal que contiene carbohidratos (el disacárido lactosa). La leche de vaca lo contiene en alrededor de 5% y la leche humana 7.5%.

Todos los alimentos vegetales contienen carbohidratos en distintas proporciones. El disacárido sacarosa se encuentra principalmente en la caña de azúcar, la remolacha y muchas frutas. Los carbohidratos complejos están

primordialmente en los cereales y sus derivados (granos, harinas, pastas, pan, tortillas, hojuelas), leguminosas, tubérculos (especialmente papa, yuca y camote), raíces y musáceas (banano, plátano).

La miel de abejas contiene fructosa y glucosa, con pequeñas cantidades de sacarosa y otros azúcares.

La sacarosa es el principal azúcar producido industrialmente. En Centro América se elabora de la caña de azúcar, con diversos grados de refinamiento que la hace más o menos blanca. Junto con la sacarosa, la glucosa, fructosa y el jarabe de maíz rico en fructosa se consumen como ingredientes de golosinas, jaleas, bebidas carbonatadas y otros productos comerciales.

La lactosa también se produce industrialmente, pero tiene poco uso en los alimentos.

Factores que Afectan a los Carbohidratos de los Alimentos

- **Cosecha.** La edad de las plantas influye en el tipo y concentración de carbohidratos. A medida que las frutas maduran aumenta su concentración de azúcares, lo que les da sabor más dulce. En otras plantas, como el maíz, a medida que aumenta la madurez los azúcares se transforman en almidón.
- **Procesamiento.** El procesamiento con calor, incluyendo la cocción y la extrusión (alta temperatura por corto tiempo), aumenta la digestibilidad y biodisponibilidad de los carbohidratos complejos. Sin embargo, el sobrecalentamiento puede reducir la digestibilidad o producir una pérdida de carbohidratos. Por ejemplo, cuando las leguminosas se mantienen en remojo por más de 25 minutos a temperaturas que exceden 60° C, se pierde una proporción importante de sus oligosacáridos (41). El refinamiento del azúcar para hacerla más blanca remueve casi todos los minerales presentes en el azúcar morena “no refinada”.

Metas Nutricionales

Los carbohidratos deben proveer entre 60 y 70% de la energía. El consumo diario de sacarosa y azúcares libres, incluyendo los presentes en golosinas y bebidas

carbonatadas, debe restringirse a 6-10% de la energía total, excepto cuando sean necesarios para aumentar la densidad energética de la dieta (2,9). Esto equivale a alrededor de 40-55 g diarios de azúcares libres para adultos y cantidades proporcionalmente menores para niños.

Fibra Dietética

Consideraciones Generales

La fibra dietética es el conjunto de lignina, polisacáridos solubles o insolubles y otros compuestos orgánicos que no son hidrolizados por las enzimas del tracto digestivo de los humanos. Está formada principalmente por carbohidratos complejos no digeribles, como la celulosa, hemicelulosas y pectina de las células vegetales; diversas gomas, mucílagos y polisacáridos de algas; y lignina, que no es un carbohidrato. Algunos complejos proteínicos, lipídicos, pentosas, ácidos orgánicos (como cítrico y málico) y varios polioles (como sorbitol y xilitol) también forman parte de la fibra dietética.

No se le debe confundir con la llamada "fibra cruda", que es un término obsoleto que se refiere al residuo que queda después de tratar los alimentos con ácido y álcali, formado principalmente por celulosa y lignina.

Las células vegetales son la fuente de fibra dietética en los alimentos naturales. Diversos alimentos industrializados contienen otros polisacáridos no digeribles, que son agregados como parte del procesamiento y contribuyen a su contenido de fibra.

Ante la diversidad de definiciones y análisis químicos que se han usado para caracterizar a la "fibra dietética", expertos británicos han propuesto que se abandone el uso de ese término y se sustituya por "polisacáridos que no son almidón (PNA)" o polisacáridos que no son alfa-glucanos (18, 51). Los argumentos para ello son que los PNA (Cuadro 11) son el componente principal de la pared de las células vegetales y representan la mayor parte de la "fibra dietética", las dietas de los humanos contienen cantidades muy pequeñas

CUADRO 11

POLISACÁRIDOS QUE NO SON ALMIDÓN (PNA) O POLISACÁRIDOS QUE NO SON ALFA-GLUCANOS*

Clase	Descripción	Solubilidad a pH 7.0	Monómeros	Fuentes
CELULOSA	Beta 1-4 glucanos no ramificados	Insolubles	Glucosa	Amplia distribución, especialmente en vegetales. foliáceos y leguminosas.
POLISACARIDOS NO-CELULOSICOS	DIVERSAS MEZCLAS:			
	Pectinas	Solubles	Acido galacturónico	Especialmente en frutas y verduras.
	Glucanos	Solubles	Glucosa	Avena, cebada, centeno.
	Arabinogalactanos, arabinosilanos	Parcialmente solubles	Arabinosa, xilosa, galactosa, glucosa	Trigo, centeno, cebada.
	Gomas: goma arábica esterculia	Soluble Soluble	Galactosa Ramnosa, galactosa, arabinosa	Aditivos en alimentos procesados.
	Mucílagos: ispagula	Soluble	Arabinosa, xilosa	Mucílago de la semilla de <i>Plantago ovata</i> .
	Almacenamiento: inulina guar	Soluble Soluble	Fructosa Galactosa, manosa	Alcachofas de Jerusalén; otras raíces.
	Fúngicas: quitina	Insoluble	Aminoazúcares	Diversos hongos; exoesqueletos de camarones y otros crustáceos.

de lignina y otros componentes no polisacáridos de la "fibra dietética", y los PNA se pueden identificar químicamente y medir con bastante precisión.

Los microorganismos intestinales pueden fermentar algunos componentes de la fibra dietética, dando origen a ácidos grasos de cadena corta que son absorbidos y utilizados por el organismo humano como fuente de energía, pero no se ha cuantificado su importancia en términos metabólicos.

Las fibras dietéticas son higroscópicas, por lo que suavizan el bolo fecal, aumentan su volumen y facilitan su tránsito y expulsión del intestino. Esto reduce o evita el estreñimiento en niños y adultos. En adultos también reducen el riesgo de diverticulosis del colon.

Hay una asociación epidemiológica entre la ingestión de dietas ricas en fibra y una menor incidencia de cáncer del intestino grueso. Esto puede ser porque la fibra liga algunas sustancias cancerígenas y porque, al aumentar la velocidad de tránsito intestinal, reducen la posibilidad de una interacción de los cancerígenos con la mucosa intestinal.

Esa capacidad de ligar ciertas moléculas y no permitir su absorción intestinal hace que estas dietas también contribuyan a reducir el riesgo de hipercolesterolemia y aterosclerosis. Por otra parte, la fibra dietética puede interferir en la absorción de diversos minerales, lo que puede ocasionar problemas nutricionales cuando la dieta contiene cantidades marginales de hierro, zinc y otros oligoelementos.

Recomendaciones Dietéticas

Es posible que algunos efectos beneficiosos para la salud atribuidos a la fibra dietética no se deban exclusiva ni parcialmente a la fibra en sí, sino a otros componentes y fitoquímicos de los alimentos que son ricos en fibra. Por ello se debe recomendar el consumo de frutas, verduras, leguminosas y cereales integrales, que además de fibra contienen otros nutrientes, en vez de agregar concentrados de fibra a la dieta (9).

La fibra de los alimentos que se introducen gradualmente en la dieta de los infantes y niños mayores no representa ningún problema cuando la dieta provee cantidades suficientes de minerales esenciales. Cuando la dieta es pobre en esos minerales, es altamente aconsejable --y quizás necesario-- fortificarla o suplementarla con dichos minerales en vez de reducir el consumo de alimentos vegetales (52).

La importancia de la fibra en la dieta de infantes y preescolares es principalmente para facilitar la defecación. Contrario a lo que se creía antes, las dietas ricas en fibra no prolongan ni hacen más severa la enfermedad diarreica, sino que parecen acortar su duración (53). No obstante, no hay ninguna base para recomendar una cantidad determinada de fibra dietética para infantes y preescolares.

Tampoco hay información experimental sobre la cantidad precisa de fibra recomendable para niños mayores y adultos. Siguiendo lo sugerido por grupos de expertos latinoamericanos (2) y británicos (18), se recomienda que las dietas para adultos provean un promedio de 18-24 g diarios de fibra dietética. Asumiendo que los niños necesitan menos fibra en proporción a su edad y tamaño, una recomendación de 8 a 10 g de fibra dietética por cada 1,000 kcal de energía alimentaria se puede aplicar tanto a niños como adultos.

Fuentes Alimentarias

Las hortalizas, tubérculos y frutas, especialmente cuando se consumen con cáscara, proveen entre 2 y 5 g de fibra dietética por 100 g de peso húmedo. Los cereales **integrales** y las leguminosas tienen un contenido mayor de fibra (54). Varios cereales para el desayuno y otros alimentos industriales tienen un alto contenido de fibra dietética, principalmente afrecho o salvado de cereales, como trigo, arroz y avena.

Metas Nutricionales

La dieta para la familia debe aportar entre 8 y 10 g de fibra dietética por cada 1,000 kcal (1.9-2.4 g/MJ) (2, 9). Para ingerir esas cantidades de fibra, se recomienda que los adolescentes y adultos consuman por lo menos 400 g diarios de frutas y hortalizas, que deben incluir un mínimo de 30 g diarios (con base en su peso crudo) de granos leguminosos (frijoles, lentejas, garbanzos, arvejas), nueces o semillas, así como productos de cereales (9). Los niños preescolares y escolares deberán ingerir cantidades proporcionalmente menores, de acuerdo con su capacidad gástrica y requerimientos de energía.

El consumo de estas fuentes naturales de fibra también aportará los nutrientes contenidos en los alimentos de origen vegetal.

Lípidos

Consideraciones Generales

Los lípidos de importancia en los alimentos son los triglicéridos o grasas, los ácidos grasos y el colesterol. Los **triglicéridos o grasas** son el principal componente lípido de los alimentos y la fuente más concentrada de energía alimentaria, aportando 9 kcal por cada gramo que se oxida en el organismo. Además, dan una textura más suave a los alimentos y aumentan su palatabilidad al absorber y retener los sabores.

Por otra parte, cuando las grasas de los alimentos son digeridas, emulsificadas y absorbidas en el intestino humano, facilitan la absorción intestinal de las vitaminas liposolubles A, D y E.

Los triglicéridos están formados por la unión de tres ácidos grasos con una molécula de glicerol. Los **ácidos grasos** se clasifican como ácidos de **cadena corta** (menos de 6 carbonos), **mediana** (6 a 10 carbonos) y **larga** (12 o más carbonos). Estos tres tipos de ácidos grasos se absorben de diferentes maneras en el intestino humano. También se les clasifica como **saturados** (sin enlaces dobles en su molécula), **monoinsaturados** (con un enlace doble) y **poliinsaturados** (con dos o más enlaces dobles). Estos tipos de ácidos grasos tienen efectos distintos en relación con la salud.

Los ácidos grasos poliinsaturados se subdividen en **n-3** y **n-6**, dependiendo de si tienen el primer enlace doble en el tercer o sexto carbono a partir del carbono metilado final.

Casi todos los ácidos grasos pueden ser sintetizados en el organismo humano, excepto el ácido linoleico (18 carbonos, 2 enlaces dobles, n-6), el alfa-linolénico (18 carbonos, 3 enlaces dobles, n-3) y el araquidónico (20 carbonos, 4 enlaces dobles, n-6), que deben ser aportados por la dieta y constituyen los **ácidos grasos esenciales**. El ácido araquidónico se puede sintetizar a partir del ácido

linoleico, de manera que es esencial sólo cuando la dieta no contiene dicho ácido. Los ácidos grasos esenciales son precursores de sustancias que tienen funciones reguladoras en el organismo, como las prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos.

Las grasas sólidas o mantecas son ricas en ácidos grasos saturados, particularmente palmítico y esteárico. Las grasas fluidas o aceites son ricos en ácidos insaturados, especialmente linoleico y linolénico. Los aceites vegetales parcialmente hidrogenados, como las margarinas y mantecas vegetales, tienen ácidos insaturados con configuración *trans*, los cuales se metabolizan más como ácidos grasos saturados que como los ácidos grasos naturalmente insaturados, que tienen configuración *cis*.

Los ácidos grasos de los alimentos o de los tejidos corporales se oxidan y son usados como fuente de energía por casi todas las células, con excepción de los glóbulos rojos y las células del sistema nervioso central, aunque estas últimas pueden usar como fuente de energía las cetonas que resultan del catabolismo de ácidos grasos.

Cuando se ingiere más energía de la que se gasta, el exceso se almacena como triglicéridos en el tejido adiposo, que constituye la principal reserva de energía en el cuerpo. Cuando se necesitan para generar energía, los ácidos grasos se liberan del glicerol por el proceso de lipólisis.

El **colesterol** es, junto con los **fosfolípidos**, un componente importante de las membranas celulares y de la mielina que recubre los nervios y el cerebro. También es precursor de las hormonas esteroideas producidas por las glándulas suprarrenales y las gónadas, y de la bilis producida por el hígado.

Los problemas de salud relacionados con los lípidos de la dieta están asociados principalmente con excesos de ingestión. A medida que aumenta el contenido de grasa en la dieta de una población, también aumenta la proporción de personas con obesidad y sus complicaciones, tales como diabetes mellitus e hipertensión arterial, y la mortalidad por enfermedades cardiovasculares (9, 55).

La ingestión elevada de ácidos grasos **saturados** aumenta la concentración de colesterol en la sangre, lo que está asociado con mayor riesgo e incidencia de arteriosclerosis y, especialmente, de enfermedad coronaria del corazón. La ingestión de colesterol dietético también aumenta el colesterol sanguíneo, pero su efecto es menor que el del aumento de ácidos grasos saturados en la dieta. También existe una asociación epidemiológica entre la alta ingestión de ácidos grasos saturados y la incidencia de cáncer del pecho, colon y próstata.

Un exceso de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta puede aumentar los requerimientos de vitamina E. Por otra parte, la deficiencia de ácidos grasos esenciales produce descamación de la piel, pérdida de pelo y cicatrización anormal de las heridas, y posiblemente interfiera con las funciones de las plaquetas y la retina.

La ausencia o marcada reducción de grasas en la dieta reduce la densidad energética de la misma, lo cual puede llevar a una deficiencia de energía en niños pequeños y ancianos. Además, puede hacer menos eficiente la absorción de compuestos liposolubles como las vitaminas A, D y E.

Requerimientos Nutricionales

Los ácidos grasos saturados y monoinsaturados y el colesterol pueden ser sintetizados a partir de acetil coenzima A, por lo que no son componentes esenciales en la dieta. Pero las grasas de la dieta deben aportar cantidades adecuadas de ácidos grasos esenciales de la serie del ácido linoleico (n-6) y del ácido alfa-linolénico (n-3).

La ingestión de 1 a 2% de la energía alimentaria en forma de ácido linoleico evita su deficiencia. Esto equivale a 2.2-4.5 g para adultos que consumen 2,000 kcal/día y a 110-220 mg/kg/día para infantes. El requerimiento de ácido alfa-linolénico es 4 a 10 veces menor que el de ácido linoleico.

Recomendaciones Dietéticas

Las necesidades de energía de personas con capacidad gástrica limitada o apetito reducido, como niños pequeños, ancianos y personas que se enferman con frecuencia, requieren que la densidad energética de la dieta sea alta, lo cual está asociado con su contenido de grasa. Además, las grasas son importantes como vehículo de nutrientes liposolubles. Es, por lo tanto, recomendable que las grasas provean por lo menos 20% de la energía dietética. Por otra parte, la asociación entre la ingestión de grasas y los índices de obesidad, y su posible asociación con ciertos cánceres e hipertensión arterial (9), han llevado a recomendar que la dieta del adulto y del niño mayor de 5 años en América Latina no provea más de 25% de energía en forma de grasas (2), lo que equivale aproximadamente a 70 g de grasa para un consumo de 2,500 kcal/día. Otros grupos de expertos (9, 15, 18) han recomendado hasta 30% de la energía dietética en forma de grasa.

Con base en lo anterior se recomienda que la **grasa total** de la dieta de **adultos y niños mayores de 5 años** provea como máximo 30% de la energía alimentaria y, mejor aún, entre 20 y 25%. Así también, se recomienda que los **ácidos grasos saturados** no sobrepasen un 10% de la energía alimentaria debido a su asociación con enfermedades cardiovasculares, y que la ingestión de **ácidos grasos poliinsaturados** se limite a 7-10% de la energía total, pues su exceso se ha asociado con un incremento de reacciones de peroxidación.

Durante los **primeros 4 a 6 meses** de vida, la dieta puede contener 50-55% de energía en forma de grasa animal, como ocurre en niños alimentados exclusivamente al **pecho materno**. Los niños alimentados con fórmulas infantiles ingieren 40-45% de la energía en forma de grasa. Estos niños crecen normalmente y no se ha demostrado que **esas dietas infantiles** sean un riesgo para la salud en la vida adulta.

La ingestión total de grasa, ácidos grasos saturados y poliinsaturados, y colesterol se debe limitar sólo en aquellos niños con sobrepeso o susceptibles de desarrollar alteraciones metabólicas, tales como hipercolesterolemia. En general, no se debe restringir la cantidad ni el tipo de grasas en la dieta de niños menores de 2 años, y entre los 2 y 5 años de edad, las restricciones deben ser moderadas. De esta manera se reducirá el riesgo de **desnutrición** infantil asociado a dietas con una densidad energética muy baja, y la deficiencia de micronutrientes provenientes de alimentos de origen animal, ricos en grasa (10, 56). Por el contrario, cuando se use leches total o parcialmente descremadas --por ejemplo, en programas de ayuda alimentaria--, se deberá incrementar su densidad energética a 70-75 kcal (300 kJ)/100 ml mediante la adición de aceites vegetales y carbohidratos.

Entre los **2 y 5 años** de edad, la dieta debe aportar un promedio diario de 30% de la energía alimentaria en forma de grasas, pero no más de 10% como ácidos grasos saturados.

Para satisfacer las necesidades de **ácidos grasos esenciales** en todos los **infantes**, se recomienda una ingestión **entre 3 y 5% de la energía total** (300-550 mg/kg/día) en forma de estos ácidos. Esa cantidad es fácilmente provista por la leche materna o la leche de vaca, excepto cuando se usa leche descremada. Esta es otra razón para evitar el uso de leche descremada en la alimentación de infantes y niños de corta edad, a menos que se incluya en la dieta alimentos ricos en ácidos grasos esenciales y en los otros nutrientes que le hacen falta (2). Se recomienda que las fórmulas lácteas para infantes provean por lo menos 2.7% de la energía como ácido linoleico (n-6) y 0.3% como ácidos de la serie n-3 (ácido alfa-linolénico, AEP, ADH).

La ingestión de **3% de la energía total** en forma de ácidos grasos esenciales también satisface las necesidades de **niños mayores de un año y de adultos**. Esto equivale a una ingestión de 8 - 8.5 g para un adulto que ingiere 2,500 kcal/día. Las dietas centroamericanas satisfacen fácilmente esa recomendación por el alto contenido de ácidos grasos esenciales en las grasas vegetales.

Con relación al **colesterol**, no es necesario que la dieta lo aporte, ya que el organismo lo sintetiza. Ante su relación con la concentración de colesterol en la sangre, se recomienda limitar su ingestión en los adultos y niños mayores de 2 años a un **máximo de 300 mg diarios**, equivalente a un huevo grande de gallina (2,9). Sin embargo, no se debe restringir el consumo de huevos o el aporte de grasa animal en la dieta de los niños de poblaciones rurales o urbanas pobres, cuya principal fuente de proteína animal pueda ser el huevo y cuya dieta dependa de la grasa animal para tener una densidad energética adecuada.

Fuentes Alimentarias

Se llama "*grasas visibles*" a aquellas que se agrega a los alimentos o que se ingiere como tales. Estas incluyen los aceites, mantecas, mantequilla, margarina y mayonesa. Las grasas "*no visibles*" son aquellas que forman parte de la composición química de los alimentos.

El tocino, jamones, embutidos, varios cortes de carne de res, carnero y cerdo, carne de pato, crema y quesos no descremados tienen altos contenidos de grasa "*no visible*" (entre 25 y 40% y, el tocino, 65%). Estas y otras grasas de **origen animal**, con excepción de las de pescados, tienen un alto contenido de ácidos grasos saturados (alrededor de 45% del total de sus ácidos grasos). La grasa de gallina, pavo y pato tiene un contenido relativamente alto de ácidos grasos esenciales, especialmente linoleico (12-20%).

En los aceites de pescado predominan los ácidos mono- y poliinsaturados y su contenido de ácidos eicosapentanoico o AEP (20 carbonos, 5 enlaces dobles) y docosahexanoico o ADH (22 carbonos, 6 enlaces dobles) representa un buen aporte de ácidos de la serie n-3.

Los **vegetales** con mayor contenido de grasa "*no visible*" son las nueces, semillas oleaginosas, carnaza de coco, harina de soya, aguacate y aceitunas. Casi todos los aceites vegetales contienen más de 40% de ácidos poliinsaturados, la mayoría esenciales, y menos de 20% de ácidos saturados. Dos excepciones notables son el aceite de coco y de palma, que contienen 85 y 52%, respectivamente, de ácidos

saturados. Las margarinas contienen 40-65% de ácidos saturados. El ácido oleico se encuentra en proporciones abundantes (más de 50% de la grasa total) en los aceites de oliva, canola, almendra y maní, y en el aguacate y nueces.

La producción de aceite de palma ha aumentado en algunos países centroamericanos por ser una opción económicamente atractiva. El consumo del aceite "crudo" se debe limitar por su alto contenido de ácidos saturados. Sin embargo, la oleína de palma, que es el producto refinado para consumo humano, tiene una proporción menor de dichos ácidos y su consumo no parece aumentar la concentración de colesterol en la sangre (9).

El consumo de aceite de coco se debe restringir para que la ingestión de ácidos grasos saturados no sobrepase 10% de la energía alimentaria.

El **colesterol** se encuentra únicamente en alimentos de origen animal. Sus principales fuentes son los sesos (>2,000 mg/100 g), vísceras, mariscos, yema de huevos, embutidos de carne, mantequilla, manteca animal y quesos de crema.

Factores que Afectan las Grasas de los Alimentos

- ❑ **Producción.** La grasa de los animales aumenta a medida que aumenta la edad del animal. La composición de sus ácidos grasos es influenciada por el tipo de ácidos grasos en su dieta, particularmente en el caso de los no rumiantes. En los rumiantes, el procedimiento de engorde intensivo para consumo de su carne tiende a resultar en productos cárnicos con proporciones bajas de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. Es posible que esto se pueda revertir modificando las grasas en la dieta de los animales para que contenga más ácidos poliinsaturados (11).
- ❑ **Procesamiento.** La hidrogenación parcial de aceites para producir margarinas reduce la proporción de ácidos grasos poliinsaturados a 10-30% y de monoinsaturados a 14-38%. Además, da origen a ácidos grasos insaturados con configuración *trans*.

El refinamiento de los aceites permite eliminar o reducir su contenido de ácidos grasos saturados y otros componentes indeseables, pero también reduce su contenido de algunas sustancias liposolubles, como carotenos y tocoferoles (11).

La oxidación y rancidez de las grasas se evita con el agregado de antioxidantes, el almacenamiento en recipientes o empaques oscuros, el empaque al vacío y el ahumado de los alimentos (42).

El sobrecalentamiento o recalentamiento de los aceites reduce su contenido de tocoferoles, provoca rancidez y aumenta el contenido de productos de oxidación, algunos de los cuales pueden ser tóxicos (11).

Metas Nutricionales

La dieta debe contener suficiente grasa para hacerla agradable al paladar, aportar ácidos grasos esenciales, ser el vehículo de nutrientes liposolubles y contribuir a una densidad energética que permita satisfacer las necesidades de energía de todos los miembros de la familia. Por otra parte, no debe incrementar la densidad energética al grado de ser un riesgo de producir obesidad. Estas metas se pueden alcanzar con dietas que provean **entre 20 y 25% de la energía en forma de grasa "visible" y "no visible"** (2), excepto en el caso de niños menores de 2 años. En ellos no se debe limitar la cantidad de grasa dietética (10).

Es muy importante **limitar la ingestión de ácidos grasos saturados** después de 2 años de edad, lo cual se logra reduciendo las grasas de origen animal, las margarinas, el aceite de coco y el aceite de palma sin refinar.

Se recomienda estimular la ingestión de pescados y sus aceites por su contenido de ácidos grasos de cadenas muy largas y múltiples enlaces dobles (AEP y ADH).

En general, la grasa total de la dieta de niños mayores de 5 años y de adultos debe distribuirse en **partes aproximadamente iguales de ácidos grasos saturados, mono- y poliinsaturados**, pero cuidando que los saturados no sobrepasen 10% de la energía total en la dieta.

Con relación al **colesterol**, no es necesario ingerirlo en ninguna cantidad y se debe limitar su consumo a un **máximo de 100 mg por 1,000 kcal** en la dieta. En el caso de niños, se propone un **máximo de 300 mg/día**, independientemente del peso del niño. Esta propuesta se hace porque dicha cantidad equivale a la ingestión de un huevo grande de gallina, que es una fuente de proteínas de alta calidad, importante para niños de muchos sectores de población.

3. VITAMINAS

Las vitaminas son nutrientes esenciales que deben ser aportados por la dieta. Sus principales funciones son como coenzimas en diversas reacciones metabólicas, aunque algunas vitaminas también tienen otras funciones específicas.

Los requerimientos de la mayoría de vitaminas se han calculado de la siguiente manera:

- **Niños menores de 3-6 meses:** Estimando la cantidad de vitamina ingerida por niños amamantados en forma exclusiva por madres bien nutridas, y que crecieron adecuadamente. El consumo promedio de leche materna se considera en 750 ml diarios, con un coeficiente de variación del orden de 12.5% (15, 17, 18, 57).
- **Niños mayores de 6 meses:** Por interpolaciones entre los requerimientos de infantes y adultos, o aplicando las cifras para adultos al peso corporal del niño.
- **Adultos:** Por cálculos factoriales, generalmente usando estimaciones teóricas, o mediante estudios metabólicos y clínicos.
- **Embarazo:** Agregando estimaciones factoriales para el crecimiento de los tejidos maternos y para la formación y reservas corporales del feto, a los requerimientos de la mujer no embarazada.
- **Lactancia:** Agregando estimaciones de las cantidades secretadas con la leche, a los requerimientos de la mujer.

Vitaminas Liposolubles

Estas vitaminas se encuentran principalmente en la grasa de los productos animales (en especial las vitaminas A y D), o en los aceites y fracciones lipídicas de vegetales (en especial las vitaminas E y K). Además, la grasa de la dieta favorece la absorción de estas vitaminas, mientras que la oxidación de las grasas reduce su cantidad o actividad. Personas con deficiencia de sales biliares generalmente tienen problemas con la absorción de las vitaminas liposolubles.

Vitaminas Hidrosolubles

Estas son las vitaminas del complejo B y la vitamina C. Debido a su solubilidad, el contenido de estas vitaminas es afectado por la mayoría de métodos industriales y hogareños de procesar los alimentos con agua. La proporción de vitaminas que se pueden perder durante la preparación de los alimentos depende de factores como:

- **Cantidad de agua empleada:** A mayor volumen, mayor la cantidad de vitaminas que pasa al agua de cocción. Al usar el agua de cocción de los alimentos para preparar salsas, sopas y otros platillos, se evita las pérdidas de estas vitaminas.
- **Temperatura y tiempo de cocción:** La pérdida es mayor cuando el alimento se mantiene en agua hirviendo por largo tiempo.
- **Método de cocción:** La pérdida es menor cuando se usa olla de presión, vapor, cocción con poca agua en recipientes tapados, o cuando se fríe la comida. La preparación de alimentos con vapor, aire caliente u horno de microondas reduce la pérdida de vitaminas hidrosolubles, ya que se evita la inmersión en agua. Por ejemplo, al usar vapor las pérdidas oscilan entre 15 y 25%, mientras que por inmersión son entre 15 y 60%.
- **Integridad del alimento:** la pérdida es mayor cuando las frutas y verduras se pelan o los cereales se descascaran, pues muchas vitaminas se encuentran en la parte exterior de los vegetales, o en la cáscara del grano.

La refrigeración o congelación de los alimentos no afecta a estas vitaminas, aún cuando se congelan por períodos tan prolongados como 12 meses. En la mayoría de los casos, el contenido de estas vitaminas tampoco se modifica significativamente al recalentar un alimento refrigerado o congelado. Sin embargo, algunas vitaminas hidrosolubles quedan en el exudado que se produce al descongelar productos cárnicos. Estas son recuperables cuando ese exudado se usa en la preparación de la comida (42).

Vitamina A

Consideraciones Generales

La vitamina A está constituida por retinol, retinaldehído y ácido retinoico, que son esenciales para la visión, proliferación y diferenciación celular -- particularmente de epitelios--, crecimiento, y funciones del sistema inmunológico. El retinaldehído forma parte de los pigmentos visuales que absorben la luz, por lo que la deficiencia de vitamina A reduce la formación de rodopsina y produce ceguera nocturna. No se conoce la base molecular de sus otras funciones pero la deficiencia, en distintos grados de intensidad, también puede producir xeroftalmia (desde xerosis conjuntival hasta ceguera irreversible), hiperqueratosis, retraso en el crecimiento y mayor susceptibilidad a diversas infecciones. La deficiencia crónica también ha sido asociada con una mayor tasa de mortalidad de niños.

La dieta puede aportar vitamina A preformada (retinol y sus ésteres) o sus precursores (alfa- y beta-carotenos y alrededor de 50 carotenoides más). El retinol y sus ésteres se absorben en 70-90%, comparados con 20-50% de los carotenoides, los cuales son convertidos en retinol en el epitelio intestinal. La vitamina A sintética usada para fortificar el azúcar y diversos alimentos es hidromiscible, por lo que se absorbe adecuadamente aún en ausencia de grasa dietética y bajo condiciones que podrían interferir con la absorción de sustancias liposolubles. Una parte de la vitamina A absorbida es

metabolizada y el excedente se almacena. El hígado contiene más del 90% de las reservas de vitamina A, en forma de ésteres de retinilo. La pequeña proporción de carotenoides que no son convertidos en retinol se depositan principalmente en el tejido adiposo y glándulas suprarrenales.

La actividad biológica de la vitamina A y sus precursores todavía es expresada como Unidades Internacionales (UI) particularmente en productos farmacológicos y en varias tablas de composición de alimentos. Esto se refiere al efecto de la vitamina sobre el crecimiento en ratas, donde 1 UI de vitamina A es igual a 0.30 microgramos de retinol (o 0.344 mcg de acetato de retinilo), o a 0.60 mcg de beta-caroteno. La biodisponibilidad de los beta-carotenos de los alimentos es 6 veces menor que la del retinol preformado, y la de otros carotenoides es 12 veces menor. Por ellos es mejor usar el término **equivalentes de retinol (ER)**, con los siguientes valores (14, 21, 58):

- 1 ER = 1 mcg retinol = 6 mcg beta-carotenos = 12 mcg de otros carotenoides precursores de vitamina A
- 1 mcg retinol = 1.000 mcg ER = 3.3 UI
- 1 mcg beta-carotenos = 0.167 mcg ER
- 1 mcg otros carotenoides precursores = 0.084 mcg ER

Requerimientos Nutricionales

El **requerimiento basal** de vitamina A fue definido por un grupo de expertos de FAO/OMS (14), como la menor cantidad que debe ser ingerida para permitir un crecimiento normal y evitar los signos clínicos de deficiencia. La estimación de los requerimientos basales de infantes se derivó de observaciones en niños pobres amamantados en India, quienes crecieron bien y no mostraron signos de deficiencia, ingiriendo 120 ± 15 mcg ER diariamente (59). A esta cifra se agregó arbitrariamente 50% para permitir el establecimiento de reservas hepáticas adecuadas. El requerimiento basal de adultos se calculó por estudios experimentales de depleción y repleción, y por estimaciones de la vida media de la vitamina.

El **requerimiento normativo** es la cantidad que debe ser ingerida regularmente para mantener las reservas corporales y un crecimiento adecuados y otras funciones de la vitamina. El cálculo de los requerimientos normativos se presta a muchos errores en niños, por lo que sólo se han estimado para adultos y (6.7 mcg/kg) (14).

Recomendaciones Dietéticas

Las RDD para **infantes** se derivaron de un promedio de ingestión de 700 ml de leche materna con alrededor de 50 mcg ER/dl (14). Las recomendaciones para **adultos** fueron calculadas agregando al requerimiento normativo dos veces un coeficiente de variación de 20%, lo que proporciona una ingestión diaria de 9.3 g/kg. Las recomendaciones para niños mayores de 1 año se estimaron por interpolaciones de las cifras para infantes y adultos. El Cuadro 12 (página 111) muestra las RDD para las distintas edades, así como para satisfacer las demandas adicionales durante el embarazo y la lactancia.

Fuentes Alimentarias

La vitamina A preformada se encuentra primordialmente en alimentos de origen animal, sobre todo como ésteres de retinilo. Las mejores fuentes son el hígado de animales y los aceites de hígado de pescados. También se encuentra en la yema de huevo, carnes grasosas de pescado y la leche íntegra (sin descremar) de vaca, crema y mantequilla.

La fortificación con vitamina A del azúcar y diversos alimentos (fórmulas para alimentación infantil, leche de vaca, cereales y otros alimentos industrializados) los convierte en fuentes importantes. En algunos países, su uso es fundamental para combatir y evitar la deficiencia de vitamina A.

Los precursores de vitamina A se forman en las plantas y también se pueden encontrar en algunas grasas animales. Los beta-carotenos con configuración *trans* son los mejores precursores de vitamina A¹. Los carotenoides biológicamente activos son abundantes en diversos vegetales y frutas de color amarillo o naranja profundo (por ejemplo, zanahoria, camote, calabaza amarilla, mango, papaya, mamey) y en hojas verde oscuro (por ejemplo, espinaca, acelga, hojas de remolacha). Sin embargo, el color de las frutas, verduras y hojas no es un indicador muy confiable de su contenido de precursores de vitamina A, ya que puede ser dado por otros pigmentos. Algunos alimentos animales también pueden contener pequeñas cantidades de carotenoides.

¹ Todos los compuestos con actividad de vitamina A y sus precursores tienen conformación bioquímica *trans*. Esto debe tenerse en mente a pesar de que no se usará ese término en el resto del texto, para hacerlo más sencillo.

Muchas hojas verdes contienen beta-carotenos y carotenoides, pero debido a su alto contenido de agua y fibra se deberían consumir en cantidades grandes para considerarlas como fuentes importantes de vitamina A. Los extractos concentrados de estas hojas pueden contener entre 500 y 1,500 mcg de equivalentes de retinol en 10 g de concentrado seco, y representan una excelente fuente para complementar la dieta. En algunas comunidades de Nicaragua, México, Bolivia y Brasil existen programas para la producción y consumo de concentrados de hojas de caupí y alfalfa (60, 61, 62).

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Almacenamiento:** La oxidación de las grasas, que se acelera con el calor y la presencia de metales, reduce los niveles de vitamina A en los alimentos.
- ❑ **Procesamiento:** La cocción a altas temperaturas, oxidación, dehidrogenación, exposición a luz ultravioleta, procesos de deshidratación, y ácidos concentrados, reducen el contenido de vitamina A.

En cambio, los antioxidantes usados en el procesamiento de las grasas y aceites, la pasteurización de corto tiempo (72°C por 15 segundos o HTST), y la liofilización, **secado por** aspersión y uso de SO₂, protegen y conservan la vitamina A de los alimentos.

La vitamina A y carotenos son muy estables durante la preparación casera de alimentos. Sin embargo, el calentamiento excesivo y el uso de grandes cantidades de agua para cocinar, producen ciertas pérdidas. Durante la elaboración de tortillas también disminuye el contenido de carotenos del maíz amarillo.

- ❑ **Fortificación y Enriquecimiento:** El agregado de vitamina A a diversos alimentos o a vehículos como el azúcar constituye una práctica industrial, usualmente dictaminada por leyes nacionales, en muchos países. El uso de formas hidromiscibles de la vitamina facilita su absorción bajo condiciones que afectan la absorción de las grasas.
- ❑ **Biodisponibilidad:** Las grasas en la dieta aumentan la absorción de las vitaminas liposolubles. La vitamina E aumenta la biodisponibilidad de la vitamina A al evitar su oxidación, mientras que los agentes oxidantes en la dieta tienen un efecto contrario.

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 300 mcg de equivalentes de retinol por 1,000 kcal (72 mcg ER/MJ) aportará las RDD para todos los miembros de la familia a partir de los 2 años de edad. Aunque esta proporción aportará más vitamina A que las RDD para escolares, adolescentes y adultos, permitirá alcanzar las RDD para los niños preescolares, ancianos y mujeres embarazadas o lactantes.

Para alcanzar esta meta nutricional, en muchos países será necesario fortificar el azúcar u otros vehículos alimentarios con vitamina A (63).

Tiamina

Consideraciones Generales

La tiamina o vitamina B₁, en forma de pirofosfato de tiamina, es una coenzima esencial para el metabolismo de carbohidratos. Participa en la decarboxilación oxidativa de los alfa-ketoácidos y en el sistema de transketolasas asociado al metabolismo de pentosas y glucosa. Por lo que es necesaria para la continua y uniforme liberación de energía a partir de carbohidratos. Esta vitamina no se almacena en el organismo, por lo que los excedentes que se ingieren se eliminan por la orina en forma de vitamina o de sus metabolitos.

La deficiencia de tiamina produce un acúmulo de piruvatos en el plasma y tejidos. Cuando la deficiencia es prolongada, puede llevar a la producción de beri beri, que incluye alteraciones neurológicas (confusión, ataxia, oftalmoplejía, debilidad muscular, parálisis periférica), cardiovasculares (taquicardia, cardiomegalia, insuficiencia cardíaca), anorexia y edema (beri beri húmedo) o emaciación muscular (beri beri seco).

La tiamina no se almacena en el cuerpo humano, de modo que las cantidades excesivas que se ingieren son eliminadas por la orina junto con otros productos del metabolismo de la vitamina.

Requerimientos Nutricionales

Las necesidades de tiamina están relacionadas con la cantidad de carbohidratos que se ingieren y metabolizan. Como la mayor parte de la energía alimentaria se deriva de los carbohidratos, los requerimientos de tiamina tradicionalmente se han calculado en función del gasto --y por ende, de la ingestión-- de energía. El mismo criterio se aplica a los requerimientos de riboflavina y niacina (21).

Recomendaciones Dietéticas

Ningún grupo internacional de expertos ha revisado los requerimientos o recomendaciones de tiamina desde 1967 (11), aunque varios grupos nacionales lo han hecho recientemente (15, 17, 18). Las recomendaciones para *infantes* se han basado en el contenido de la vitamina en la leche de mujeres bien nutridas. Para niños mayores y adultos fueron calculadas de acuerdo al promedio de sus requerimientos de energía alimentaria. Hay pequeñas diferencias en las recomendaciones de los diversos grupos de expertos, basadas en usar un contenido de tiamina en la leche humana de 0.23 o 0.33 mg/1,000 kcal (0.27 o 0.39 mg/5,000 kJ) (64, 65), y una recomendación para adultos de 0.4 o 0.5 mg/1,000 kcal (0.48 o 0.6 mg/5,000 kJ) de energía recomendada (15, 17, 18, 21).

Para niños menores de 6 meses se sugiere basar las RDD en el contenido de tiamina en la leche de mujeres británicas (0.23 mg/1,000 kcal), y la ingestión promedio de energía de leche materna, expresada como "requerimiento diario de energía" en el Cuadro 3, más 2 desviaciones estándar de esa ingestión como margen de seguridad. Después de los 6 meses se sugiere usar la recomendación para adultos de 0.4 mg/1,000 kcal (0.48 mg/5,000 kJ), que ya incluye un margen de seguridad, y las ingestiones --o requerimientos-- promedio de energía que se muestran en los Cuadros 3 y 4. Las RDD de tiamina calculadas de esta manera se muestran en el Cuadro 12 (página 111).

Fuentes Alimentarias

La tiamina se encuentra en cantidades apreciables en los cereales no refinados, levadura, vísceras, carnes magras de cerdo y otros animales, leguminosas de grano y nueces. El contenido de tiamina aumenta con la madurez de algunas leguminosas, como las arvejas. Las verduras, raíces y tubérculos, especialmente la papa, son fuentes moderadas de esta vitamina. La harina de maíz precocido y la proteína vegetal texturizada que se usan como extensores de carnes también contienen tiamina.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Procesamiento:** El pulido y refinamiento de los cereales reduce su contenido de tiamina debido a que ésta se concentra en la cáscara. Lo mismo ocurre con los procedimientos de lavado, escaldado y cocción (42).

El proceso de enlatado ocasiona pérdida de 15-80% de tiamina en los alimentos vegetales. El uso de sulfitos en los procesos de deshidratación de alimentos y el proceso de ahumado también ocasionan pérdidas de esta vitamina.

La esterilización por el sistema de alta temperatura/corto tiempo y uso de empaques apropiados (UHT), permite una mayor retención de tiamina en los alimentos, especialmente los líquidos.

La tiamina es una de las vitaminas del complejo B más sensibles a todos los métodos de preparación culinaria. Se degrada rápidamente con el calor, sobre todo en medios alcalinos. Esto ocurre al cocinar, freír, hornear y tostar los alimentos, y más aún cuando se usa bicarbonato, polvos de hornear o cal en la masa de maíz. La cocción de leguminosas a altas temperaturas por un tiempo prolongado puede reducir su contenido de tiamina en más de 30%.

- ❑ **Biodisponibilidad:** La ingestión de alcohol disminuye la absorción intestinal de tiamina. Asimismo, las tiaminasas presentes en el pescado crudo destruyen la vitamina.

Metas Nutricionales

Si se ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 0.4 mg de tiamina por 1,000 kcal (0.1 mg/MJ) aportará las RDD para todos los integrantes de la familia.

Riboflavina

Consideraciones Generales

La riboflavina o vitamina B₂ forma parte de las coenzimas llamadas flavoproteínas (flavin-mononucleótido y flavin-adenin-dinucleótido), que catalizan numerosas reacciones de óxido-reducción. Por ello la riboflavina es esencial para el metabolismo intermediario de los substratos de energía. Entre las enzimas que requieren de riboflavina también está la que activa la piridoxina (o vitamina B₆) fosforilada, y la que participa en la conversión de triptofano en niacina.

La deficiencia de riboflavina produce diversos signos clínicos poco específicos, tales como queilosis, estomatitis angular, dermatitis seborreica, alteraciones en la piel de los genitales y anemia normocítica. Debido a su papel en el metabolismo de las vitaminas B₆ y niacina, algunos síntomas atribuidos a una deficiencia de riboflavina pueden ser debidos a alteraciones relacionadas con esas dos vitaminas (66).

Muy poca riboflavina se almacena en el cuerpo, en forma de flavoproteínas, y los excesos de ingestión se eliminan por la orina en forma de riboflavina o sus metabolitos.

Requerimientos Nutricionales

Al igual que la tiamina, el requerimiento de riboflavina no se ha determinado con precisión y los diversos grupos de expertos han dado recomendaciones que cubren las necesidades de toda la población, o sea RDD en vez de requerimientos promedio. Estas se han calculado en relación a la ingestión y gasto de energía (21).

Recomendaciones Dietéticas

Al igual que para la tiamina, hay algunas discrepancias entre las recomendaciones hechas por diversos grupos de expertos (15, 17, 18, 21), y hay indicios de que las RDD se han sobreestimado. Esto podría explicar las escasas manifestaciones clínicas de deficiencia de riboflavina en las encuestas clínico-nutricionales de Centro América, no obstante la deficiente ingestión de la vitamina en relación a las recomendaciones vigentes (67). La sugerencia de esta sobreestimación se deriva de un estudio reciente en China, usando técnicas más modernas de evaluación del estado nutricional de riboflavina, como la medición del coeficiente de actividad de glutatión-reductasa eritrocitaria (68).

Ante la ausencia de datos experimentales confiables, sugerimos usar los valores más bajos de las diversas recomendaciones en boga, equivalentes a 0.3 mg/1,000 kcal (0.07 mg/MJ) para niños menores de 6 meses y 0.5 mg/1,000 kcal (0.11 mg/MJ) a partir de esa edad (17). Las RDD se muestran en el Cuadro 12 (página 111).

Fuentes Alimentarias

Los alimentos animales son las mejores fuentes de riboflavina, sobre todo el hígado, vísceras, carnes, aves, pescados, leche y productos lácteos. Las verduras y hojas verdes, como brócoli, espárragos y espinaca, también son buenas fuentes de esta vitamina. Las harinas y cereales enriquecidos o fortificados con riboflavina representan una importante fuente alimentaria de la vitamina en algunos países.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Almacenamiento:** La riboflavina es inestable a la luz y en medios alcalinos o temperaturas altas. Así, la leche expuesta a la luz puede perder en dos horas hasta el 50% de su contenido de riboflavina. El uso de empaques o recipientes oscuros evita la destrucción de esta vitamina.
- ❑ **Procesamiento:** La riboflavina es una de las vitaminas más estables del complejo B. No obstante, procedimientos como lavado, escaldado y cocción de alimentos, y el uso de cal al cocer la masa de maíz, reducen la actividad de riboflavina de los alimentos. El enlatado la reduce en 25-65%.

Por otra parte, la pasteurización HTST (7°C por 15 segundos) permite retener la vitamina contenida en los alimentos, y la fermentación aumenta este contenido por síntesis bacteriana.

- ❑ **Biodisponibilidad:** Al ingerir dietas con concentraciones elevadas de minerales como cobre, zinc, cobalto, hierro, manganeso y cadmio, se forman quelatos con la riboflavina, los cuales se absorben menos que la vitamina libre.

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 0.5 mg de riboflavina por 1,000 kcal (0.11 mg/MJ) aportará las RDD para todos los integrantes de la familia.

Niacina

Consideraciones Generales

El término niacina es el nombre genérico del ácido nicotínico y la nicotinamida. Forma parte de las coenzimas nicotinamidin-adenin-dinucleótidos, NAD y NADP, esenciales para reacciones de óxido-reducción. Por consiguiente, al igual que la tiamina y riboflavina, los requerimientos de niacina están asociados con el gasto energético.

La deficiencia de niacina produce pelagra, que se caracteriza por una dermatitis fotosensible, como quemadura de sol, en las áreas expuestas al sol y en las expuestas a presión, como las rodillas, tobillos, codos y muñecas. En casos severos puede haber diarrea y demencia del tipo de una psicosis depresiva que alterna con períodos de lucidez.

Entre las vitaminas, la niacina tiene la peculiaridad de que se puede formar en el organismo humano a partir del aminoácido triptofano, por lo que, estrictamente hablando, no es esencial en la dieta. Entonces, para evaluar la calidad de una dieta en relación a niacina, también se debe considerar su contenido de triptofano. Diversos factores influyen en la utilización del aminoácido y sus metabolitos para sintetizar las coenzimas de nicotinamida. Tomando en consideración la variabilidad entre individuos y dando un margen de seguridad, en 1956 Horwitt y colaboradores (69) propusieron asumir que 60 mg de triptofano eran equivalentes a 1 mg de niacina, y que el contenido de la dieta y los requerimientos se expresaran en términos de equivalentes de niacina, EN, donde $1 \text{ EN} = 1 \text{ mg niacina} = 60 \text{ mg triptofano}$.

Esta convención se sigue usando, aunque el mismo Horwitt estimó 25 años después (70) que la relación 60:1 era muy baja, y propuso usar 89 mg de triptofano equivalentes a 1 mg de niacina.

Requerimientos Nutricionales

El requerimiento dietético de niacina es la menor cantidad necesaria para prevenir o curar la pelagra. Estudios experimentales de depleción y repleción en adultos (69) establecieron como requerimiento promedio 5.5 EN/1,000 kcal (6.6 EN/5,000 kJ). Los requerimientos de niños no se conocen y se han inferido de los de adultos.

Recomendaciones Dietéticas

Un litro de leche humana contiene alrededor de 1.5 mg de niacina y 210 mg de triptofano, lo que representa alrededor de 7 EN/1,000 kcal (8.4 EN/5,000 kJ). Esta cifra sobrepasa la recomendación para adultos de 6.6 EN/1,000 kcal (7.9 EN/5,000 kJ), correspondiente al requerimiento promedio más 2 desviaciones estándar. El aporte de EN de la leche de vaca también sobrepasa la recomendación para adultos.

Entonces, se acepta como recomendación para infantes y preescolares la misma que para adultos por 1,000 kcal. El Cuadro 12 (página 111) muestra las cifras expresadas como mg de EN por día, asumiendo una biodisponibilidad adecuada de la vitamina en la dieta.

Fuentes Alimentarias

Las principales fuentes de niacina son las carnes, pescado, leguminosas de grano y cereales. Sin embargo, la mayor parte de la niacina de muchos cereales no está biodisponible, a menos que los cereales se traten de forma especial, como se describe más adelante. Algunos alimentos, como la leche y los huevos, tienen poca niacina natural, pero su alto contenido de triptofano los hace excelentes fuentes de equivalentes de niacina. Para calcular los EN derivados del triptofano de los alimentos, se puede considerar que sus proteínas contienen las siguientes proporciones del aminoácido: maíz, 0.6%; otros cereales, leguminosas, frutas y verduras, 1.0%; carnes, 1.1%; leche, 1.4%; huevos, 1.5%.

Casi todas las tablas de composición de alimentos proporcionan el contenido químico de niacina en los alimentos sin considerar su biodisponibilidad, la cual puede ser muy baja en los cereales. Muchas tablas, además, no incluyen los equivalentes de niacina derivados del triptofano de los alimentos.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- Almacenamiento:** El ácido nicotínico es muy estable durante el almacenamiento a temperatura ambiente, y bajo refrigeración o congelación.
- Procesamiento:** El pulido y refinamiento de los cereales disminuye su contenido de niacina debido a que ésta se concentra en la cáscara. El proceso de pasteurización HTST (72°C por 15 segundos) no altera la actividad de esta vitamina en los alimentos.

La niacina es relativamente estable durante la preparación de alimentos. Sin embargo, el proceso de lavado de los granos cocidos, como el maíz, reduce su contenido de niacina, ya que pasa al agua de cocción. Además, la cocción de leguminosas a altas temperaturas por un tiempo prolongado reduce su contenido de niacina en más de 30%.

- **Biodisponibilidad:** Al hacer recomendaciones dietéticas de niacina es muy importante considerar su biodisponibilidad en los alimentos, particularmente en los cereales. Casi toda la niacina se encuentra en el afrecho o salvado del cereal, en forma de niacitina, que es ácido nicotínico esterificado a una diversidad de moléculas. La niacitina no puede ser utilizada por los humanos, a menos que el ácido nicotínico se libere de ella. Esto se logra tratando los cereales en un medio alcalino (por ejemplo, remojándolos por varias horas en agua de cal, como se acostumbre hacer con el maíz en varias partes de Centro América), hornéandolos con polvos de hornear alcalinos, o tostado el grano entero (71, 72). Alrededor del 10% de la niacina puede liberarse de la niacitina de los cereales por hidrólisis ácida en el estómago de personas con una acidez gástrica normal (73).

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 7 mg de equivalentes de niacina por 1,000 kcal (1.7 mg EN/MJ) llenará las RDD de niacina de toda la familia.

Vitamina B₆

Consideraciones Generales

La vitamina B₆, llamada **piridoxina**, es una mezcla de piridoxol, piridoxal, piridoxamina y sus fosfatos. Las formas metabólicamente activas actúan como cofactores de numerosas enzimas que catalizan varias reacciones de los aminoácidos. Aunque también es una coenzima esencial para algunas reacciones del metabolismo del glucógeno, lípidos y ácidos nucleicos, debido a su gran participación en el metabolismo intermediario de las proteínas corporales, los requerimientos de la vitamina B₆ se calculan en relación a la cantidad de aminoácidos que el organismo debe metabolizar.

La deficiencia de vitamina B₆ puede producir anemia microcítica que no responde al tratamiento con hierro. La deficiencia severa en infantes produce convulsiones epileptiformes y diversos signos de alteración neurológica.

Requerimientos Nutricionales

Basados en las dosis usadas para tratar a infantes con una deficiencia muy seria de vitamina B₆ (74, 75), algunos recomiendan una ingestión diaria de 0.3 mg para niños menores de 6 meses. Sin embargo, esta cantidad de vitamina B₆ es probablemente una sobrestimación de los requerimientos (18) que no puede ser llenada por la leche de madres bien nutridas (76). Por ello, las recomendaciones actuales del Reino Unido basan los requerimientos y RDD de infantes en el contenido de vitamina B₆ en la leche humana.

Para niños mayores, se usa el criterio derivado para adultos, basado en una estimación del requerimiento del orden de 11 mcg de vitamina B₆ por gramo de proteína ingerida, con un coeficiente de variación de 20% (17, 18, 74).

Recomendaciones Dietéticas

Sugerimos usar para *infantes* las RDD del Reino Unido, basadas en 8, 10 y 13 mcg vitamina B₆/g proteína ingerida para niños de 0-6, 7-9 y 10-12 meses, respectivamente (18), y para *niños mayores y adultos*, 15 mcg/g proteína. El Cuadro 12 (página 111) muestra las recomendaciones para infantes alimentados con leche de vaca, cuya ingestión de proteínas es mayor que la de los alimentados al pecho materno, y para preescolares con ingestiones relativamente altas de proteínas (12-15% de la energía alimentaria). Los requerimientos de niños amamantados o con dietas con un contenido menor de proteínas (8-10% de la energía, como ocurre en muchas sociedades de América Latina) son más bajos, por lo que las RDD en el Cuadro 12 satisfarán a todas las poblaciones. Un argumento similar se aplica a los niños mayores y adultos.

Fuentes Alimentarias

Las mejores fuentes de vitamina B₆ son las carnes de pollo, pescado y cerdo, huevos e hígado. Las carnes rojas y productos lácteos son relativamente pobres

en vitamina B₆. Otras buenas fuentes son los granos integrales de arroz, trigo y avena, frijol de soya, maní y nueces. La flora intestinal sintetiza cantidades importantes de la vitamina, parte de la cual es absorbida.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Procesamiento:** Grandes cantidades de vitamina B₆ se pueden perder durante varias formas de procesamiento de los alimentos. Por ejemplo, 15-70% se pierde al procesar embutidos y "carne frías", y 50-90% al moler y refinar cereales. El procesamiento de productos lácteos produce pocas pérdidas.
- ❑ **Biodisponibilidad:** La biodisponibilidad de la vitamina B₆ en los alimentos es muy variable, particularmente en los vegetales, donde mucha de la vitamina está ligada a glucósidos que no son absorbidos por el intestino humano.

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 0.6 mg de vitamina B₆ por 1,000 kcal (0.15 mg/MJ) llenará las RDD de vitamina B₆ para toda la familia.

Folatos

Consideraciones Generales

Los folatos son compuestos con estructura similar al ácido fólico o pteroilglutámico, que actúan como coenzimas para transportar fragmentos moleculares con un átomo de carbono de un compuesto a otro. Estas reacciones son esenciales para la síntesis de ácidos nucleicos y el metabolismo de varios aminoácidos. Por ello la deficiencia de esta vitamina interfiere con la división celular y la síntesis de proteínas. Esos efectos son más notorios en tejidos y células que crecen rápidamente, tales como los glóbulos sanguíneos. Después de la deficiencia de hierro, la de folatos es la principal causa de las anemias nutricionales. La deficiencia de folatos produce anemia macrocítica, megaloblástica, por defectos en la maduración de glóbulos rojos y blancos.

Cierta cantidad de folatos se almacenan en el cuerpo, especialmente en el hígado que contiene entre 3 y 16 mg/kg.

Requerimientos Nutricionales

El **requerimiento basal** de folatos es la cantidad que la dieta debe aportar para compensar la pérdida normal de folatos del organismo y evitar los signos bioquímicos, hematológicos y clínicos de deficiencia. El **requerimiento normativo** es la cantidad que debe ser ingerida, además, para mantener un nivel adecuado de reservas corporales (14).

Los requerimientos basales y normativos de folatos sólo han sido calculados para adultos a partir de estudios experimentales de depleción y repleción, y de datos de consumo y biodisponibilidad (14). Los requerimientos para niños podrían estimarse restando 2 desviaciones estándar de las RDD calculadas para adultos (18, 77).

Los requerimientos de folatos aumentan grandemente durante el **embarazo**, particularmente después del primer trimestre, para satisfacer las necesidades del feto y la hematopoyesis materna. Las **mujeres lactantes** también requieren más folatos para compensar su secreción en la leche.

Recomendaciones Dietéticas

Las recomendaciones para *infantes* (14) se basan en un estudio que mostró que una dieta con 3.6 mcg folatos/kg/día permitió un crecimiento adecuado y un estado hematológico normal (77). Las recomendaciones para adultos se basan en las estimaciones del requerimiento normativo y un coeficiente de variación asumido en 15%, lo que da 3.1 mg folatos/kg/día. Para niños mayores de 1 año se hizo interpolaciones entre las recomendaciones para infantes y adultos (14). El Cuadro 12 (página 111) muestra las RDD propuestas.

Se ha estimado que para cubrir las necesidades de folatos durante el embarazo, las mujeres deben ingerir por lo menos 7 mcg de folatos/kg/día, lo cual equivale a un promedio del orden de 370-470 mcg/día (14). Por lo general, la dieta usual no basta para cubrir esas necesidades y es preciso administrar 200-300 mcg diarios en forma de un suplemento farmacológico o en alimentos enriquecidos con folatos (14). El incremento impuesto por la secreción de folatos en la leche materna eleva la RDD para mujeres lactantes alrededor de 100 mcg/día. Esto también puede requerir una suplementación de la dieta usual de muchas mujeres lactantes.

Fuentes Alimentarias

Los folatos se encuentran en numerosos alimentos. Las mejores fuentes son el hígado, levadura, hojas de color verde oscuro, leguminosas de grano, maní y varias frutas.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Almacenamiento y Procesamiento:** Los folatos son destruidos fácilmente por el calor, oxidación y luz ultravioleta. Por ello hasta 50% de los folatos pueden perderse durante el almacenamiento, procesamiento y cocción de los alimentos. El uso de ácido ascórbico durante la extracción de folatos reduce su destrucción (78).
- ❑ **Biodisponibilidad:** Alrededor del 75% de los folatos de los alimentos están en forma de poliglutamatos, cuya biodisponibilidad es de 70-80% en relación a los monoglutamatos (79).

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 90 mcg de folatos por 1,000 kcal (21 mcg/MJ) aportará las RDD de folatos para toda familia, con excepción de las mujeres embarazadas. Estas deberán ingerir folatos suplementarios (alrededor de 250 mcg/día) durante los dos últimos trimestres del embarazo. También es recomendable que las mujeres lactantes coman porciones más grandes de los alimentos ricos en folatos, ya que una dieta con 90 mcg/1,000 kcal sólo les aportará 80-90% de sus RDD.

Esa relación de folatos/energía fue calculada para satisfacer las RDD de folatos para las mujeres adolescentes y adultas, por lo que suministra el doble de las RDD para niños pre-escolares y alrededor de 40% más de las RDD para hombres adolescentes y adultos.

Vitamina B₁₂

Consideraciones Generales

La vitamina B₁₂ incluye las cobalaminas que pueden dar origen a las cianocobalaminas. La participación del cobalto en la estructura de estos compuestos es la única

función conocida de ese mineral en humanos. La vitamina B₁₂ está involucrada en el reciclaje de los folatos que actúan como coenzimas en la maduración de los glóbulos sanguíneos. Debido a esta interacción, su deficiencia produce una anemia megaloblástica igual a la deficiencia de folatos. Esta vitamina también es necesaria para la mielinización del cerebro, médula espinal y nervios periféricos, por lo que una deficiencia severa puede dar origen a síntomas neurológicos y neuropsiquiátricos. En algunos casos puede producir daños neurológicos irreversibles.

Las reservas corporales de vitamina B₁₂, 80% de las cuales están en el hígado, son muy estables, ya que la conservación de la vitamina en el riñón y su reabsorción por una circulación enterohepática es muy eficiente. Esto también hace que la deficiencia de vitamina B₁₂ raramente sea de origen dietético, casi siempre es por problemas de malabsorción asociados a la falta del factor intrínseco (80).

Lo raro de la deficiencia dietética y que la corrección de las alteraciones clínicas requiera dosis terapéuticas, explica por qué la vitamina B₁₂ no ha sido incluida en las RDD de diversos países (10, 16).

Requerimientos Nutricionales

El requerimiento basal de vitamina B₁₂ es la cantidad necesaria para mantener funciones hematopoyéticas y neurológicas normales. El comité de FAO/OMS decidió no definir un requerimiento normativo, ya que la cantidad adicional de vitamina B₁₂ necesaria para mantener las reservas corporales es apenas 10% más que el requerimiento basal (14).

Los requerimientos de *infantes* se basan en la ingestión diaria de 0.06 o 0.09 mcg de vitamina B₁₂ por niños sanos que crecieron bien al ser amamantados por madres bien alimentadas que tenían una dieta predominantemente vegetariana u omnívora (81, 82). Los infantes que desarrollaron una franca deficiencia de vitamina B₁₂ ingerían leche materna que sólo aportaba entre 0.02 y 0.05 mcg/día (83, 84).

Los requerimientos de *preescolares* no se han establecido y pueden estimarse por interpolación entre las cifras calculadas para infantes y adultos. Estas últimas se derivaron de estudios metabólicos, terapéuticos y dietéticos (14).

Recomendaciones Dietéticas

El Cuadro 12 (página 111) muestra las RDD para vitamina B₁₂. Las recomendaciones para *infantes* hechas por un grupo internacional de expertos (14), se basan en la dosis de 0.1 mcg/día administrada a infantes con deficiencia de vitamina B₁₂ para curar la anemia megaloblástica (83). Los expertos del Reino Unido (18) recomiendan 0.3 mcg/día para normalizar la excreción urinaria de ácido metilmalónico, además de curar la anemia (85). Esta cifra también es recomendada en los Estados Unidos (15) y Canadá (17) para “permitir un margen sustancial para almacenamiento”.

Para **niños entre 1 y 10 años**, el grupo de FAO/OMS recomienda 0.04 mcg/kg/día, basados en los requerimientos de los adultos más 0.01 mcg/kg/día para permitir la expansión de las reservas corporales con el crecimiento. Esto se ha resumido en RDD de 0.5 y 0.9 mcg/día para niños de 1 a 3.9 y de 4 a 10 años, respectivamente. Para **mayores de 10 años y adultos**, la RDD es de 1 mcg/día, aumentando a 1.4 y 1.3 mcg/día durante el **embarazo** y la **lactancia**, respectivamente.

Fuentes Alimentarias

Toda la vitamina B₁₂ que se encuentra en la naturaleza es sintetizada por microorganismos. La vitamina B₁₂ que se encuentra en los alimentos de origen animal se deriva de la ingestión por el animal de microorganismos que contienen la vitamina, o por la actividad biosintética de la flora bacteriana que vive en su intestino delgado. Las mejores fuentes para los humanos son el hígado y otras vísceras, y los moluscos bivalvos (ostras, almejas, etc.) En segundo término están varios peces y otros mariscos, la yema de huevo, carnes de rumiantes y quesos fermentados. Otros alimentos animales, incluyendo la leche, contienen cierta cantidad de vitamina B₁₂ (80).

Las plantas contienen únicamente la vitamina producida por microorganismos que viven en ellos (por ejemplo, en los nódulos de las raíces de algunas leguminosas) o cuando están “contaminadas” con fertilizantes orgánicos o enterobacterias. Los niños que viven en condiciones poco higiénicas o que se chupan los dedos con frecuencia, ingieren cantidades importantes de vitamina B₁₂ (80).

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- **Almacenamiento:** La vitamina B₁₂ es estable en medios acuosos con pH de 4 a 7, así como bajo refrigeración y congelación.
- **Biodisponibilidad:** La absorción de vitamina B₁₂ requiere de la presencia en el intestino de una glucoproteína secretada en el estómago y conocida como "factor intrínseco de Castle". Las personas que no pueden secretar esa glucoproteína absorben sólo entre 1 y 3% de la vitamina B₁₂ ingerida, lo cual no es suficiente a menos que se administren dosis farmacológicas del orden de 30 mcg o más (86).

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 0.6 mcg de vitamina B₁₂ por 1,000 kcal (0.15 mcg/MJ) llenará las RDD de vitamina B₁₂ para toda la familia.

Ácido

Pantoténico

Consideraciones Generales

El ácido pantoténico es una vitamina del complejo B que forma parte de la coenzima A y de la sintetasa de ácidos grasos, que son esenciales para el metabolismo intermediario de las fuentes de energía y de otras reacciones en la síntesis de compuestos tales esteroides, esteroides, porfirinas y acetilcolina. Esta vitamina se encuentra en abundancia en los tejidos animales, cereales y leguminosas, y en menor cantidad en la leche, verduras y frutas.

Bajo condiciones normales, la deficiencia de origen dietético es prácticamente inexistente. Los únicos casos de deficiencia de ácido pantoténico en humanos han sido producidos con dietas experimentales (fatiga, cefalea, mareos, debilidad muscular y alteraciones gastrointestinales) (86, 87), además puede ocurrir en pacientes con alimentación parenteral permanente. Por lo tanto, no hay recomendaciones definitivas para su ingestión.

En Estados Unidos (15) y el Reino Unido (18) se ha hecho recomendaciones tentativas entre 2 y 4 mg/día para infantes y preescolares, y entre 4 y 7 mg/día para adultos. En base a ello, las autoridades británicas recomiendan que las fórmulas para alimentación infantil contengan 2 mg de ácido pantoténico por litro (18).

Biotina

Consideraciones Generales

La biotina es otra vitamina del complejo B, forma parte de varios sistemas enzimáticos esenciales para lipogénesis, gluconeogénesis y catabolismo de varios aminoácidos. Las mejores fuentes alimentarias de biotina son el hígado, yema de huevo, soya, cereales y levadura. También es sintetizada por la flora bacteriana intestinal.

Al igual que el ácido pantoténico, no se conocen deficiencias de esta vitamina bajo condiciones normales. Se han producido con el consumo de grandes cantidades de clara de huevo crudo, debido a su contenido de avidina, que es una glucoproteína que liga la biotina y no permite su metabolismo en humanos (88), así como con el uso de soluciones sin biotina en pacientes con alimentación parenteral prolongada (89).

En Estados Unidos se ha hecho recomendaciones tentativas entre 10 y 15 mcg/día para infantes, entre 20 y 30 mcg/día para preescolares y escolares, y entre 30 y 100 mcg/día después de los 11 años de edad (15).

Vitamina C

Consideraciones Generales

La vitamina C, formada por el **ácido L-ascórbico** y, en menor proporción, por el **dehidroascórbico**, está involucrada en una gran cantidad de procesos biológicos, muchos de los cuales dependen de su actividad reductora o antioxidante. Es importante en la síntesis de colágeno y norepinefrina, y en el metabolismo intermediario de varios aminoácidos, folatos, corticosteroides, péptidos neuroendócrinos y ácidos biliares. Además favorece la cicatrización de las heridas, influye en las funciones de los leucocitos y se le ha atribuído un papel beneficioso en otras funciones del sistema inmunológico, reacciones alérgicas, metabolismo del colesterol y carcinogénesis.

Otro importante efecto nutricional de la vitamina C es que aumenta la absorción intestinal del hierro inorgánico cuando los dos nutrientes se ingieren juntos. Esto es particularmente significativo para poblaciones cuyo hierro dietético es provisto primordialmente por vegetales.

Los signos clínicos de deficiencia incluyen gingivitis e hiperqueratosis folicular. La deficiencia severa, correspondiendo a un contenido corporal menor de 300 mg de vitamina C en adultos (90), produce escorbuto que, además de la gingivitis e hiperqueratosis, se manifiesta con encías sangrantes, petequias y dolores articulares.

Las reservas corporales de vitamina C son del orden de 1.5-3.0 gramos en adultos. Se encuentra en casi todos los tejidos, pero con mayor concentración en las glándulas suprarrenales, hipófisis y retina, y algo menos en hígado, pulmones, páncreas y leucocitos.

Requerimientos Nutricionales

El requerimiento de vitamina C de infantes y preescolares no se conoce. Los requerimientos de adultos se han determinado de las cantidades metabolizadas diariamente, evaluaciones isotópicas de reservas corporales y las cantidades necesarias para corregir las alteraciones clínicas o bioquímicas.

Recomendaciones Dietéticas

No ha habido manifestaciones clínicas de deficiencia de vitamina C en infantes con ingestiones tan bajas como 7-12 mg/día de vitamina C proveniente de leche materna o fórmulas infantiles (13, 91, 92). La concentración de vitamina C en la leche de mujeres bien nutridas varía entre 30 y 80 mg/litro según su ingestión de vitamina (18), lo cual aporta por lo menos 20 mg/día a niños que maman 700 ml/día. Esta es la base de la recomendación para *infantes* de un grupo internacional de expertos (13), la cual sigue siendo aceptada por las autoridades Canadienses (17), aunque en algunos países la han subido a 25 (18) o 30 (15, 16) mg/día. Tomando en consideración que niños amamantados en sociedades cuyas madres no tienen una alta ingesta de vitamina C no han mostrado alteraciones relacionadas a deficiencia de la vitamina, sugerimos usar para infantes las cifras propuestas por FAO/OMS (13) y Canadá (17).

Basados en distintos estudios experimentales, los comités del Reino Unido (18) y Canadá (17) recomendaron para **adultos** 40 mg/día. En esta revisión se consideró apropiado dejar la recomendación de 60 mg/día hecha en E.U.A. (15), la cual usa un margen de seguridad mayor que incluye consideraciones sobre la absorción incompleta de la vitamina y las pérdidas durante la preparación de alimentos.

Para **niños mayores de 1 año** se ha interpolado cifras entre las recomendadas para infantes y adultos, como se muestra en el Cuadro 12 (página 111).

En sociedades cuyas dietas contienen muy pocos alimentos de origen animal, es altamente recomendable que se ingieran alimentos ricos en vitamina C durante cada comida para favorecer la absorción del hierro inorgánico de los vegetales (2, 14). Aunque ésto resultaría en una mayor ingestión diaria de la vitamina, no debe ser considerado como un incremento de las *recomendaciones nutricionales* de vitamina C, las cuales tienen como objetivo evitar las alteraciones

bioquímicas y clínicas de deficiencia de la vitamina y mantener reservas corporales adecuadas.

Fuentes Alimentarias

Las principales fuentes de vitamina C son verduras y frutas, tales como coliflor, espinaca, chile o ají, brócoli, cítricos, piña y guayaba. Las raíces y tubérculos, como papa y yuca, se consideran fuentes importantes de vitamina C sólo cuando se consumen en grandes cantidades. Los alimentos de origen animal, los cereales y las leguminosas de grano tienen muy poco o nada de vitamina C. Muchas tablas de composición de alimentos subestiman el contenido de vitamina C al no incluir el ácido dehidroascórbico en sus cálculos.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Almacenamiento:** La vitamina C es muy lábil. El calor la destruye rápidamente, especialmente en presencia de luz y oxígeno. De ahí, que el jugo de naranja y bebidas similares pueden perder de 10 a 95% de su vitamina C mientras permanecen almacenados, dependiendo de la duración y temperatura de almacenamiento, y del material de empaque usado.
- ❑ **Procesamiento:** Los procesos que usan calor y/o contacto con el aire, reducen el contenido de vitamina C de los alimentos. Estos procesos incluyen el lavado, escaldado, blanqueo y enlatado; el enlatado reduce la vitamina C entre 30 y 90%. Los procedimientos de pasteurización que causan menor pérdida son los que utilizan corto tiempo (72°C por 15 segundos); los de deshidratación generalmente causan pérdidas significativas de la vitamina. Sin embargo, la liofilización y secado por aspersion la conservan mejor. Lo mismo ocurre al utilizar antioxidantes o sulfitos, que inhiben la oxidación de la vitamina C. Además, la manipulación prolongada de los alimentos en presencia de hierro o cobre producen pérdidas importantes de esta vitamina.

Lo descrito para las vitaminas hidrosolubles en general, se aplica a la vitamina C. Así, la pérdida aumenta cuando los alimentos se pelan, cortan y cocen, cuando se cocinan con grandes cantidades de agua que luego se descarta, y cuando el tratamiento térmico es excesivo. Entre 30 y 80% de la vitamina C se puede perder al cocinar diversos vegetales, y la sobre-cocción y recalentamiento puede producir otro 3-25% de pérdida.

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 30 mg de vitamina C por 1,000 kcal (7 mg/MJ) llenará las RDD de vitamina C para toda la familia.

Vitamina D

Consideraciones Generales

La vitamina D incluye al ergocalciferol o vitamina D₂, y al colecalciferol o vitamina D₃. Esta vitamina no es un nutriente esencial que debe ser aportado por la dieta, pues puede ser sintetizada en la piel a partir de 7-dehidrocolesterol, en una reacción que es catalizada por la luz ultravioleta. La cantidad de vitamina D producida de esta manera depende de la extensión de piel expuesta a la luz, el tiempo de exposición, el color de la piel (la piel oscura con mayor contenido de melanina requiere más tiempo de exposición) y la longitud de onda de la luz ultravioleta. Por lo tanto está influenciada por las costumbres de vestimenta y permanencia fuera del hogar, la raza, la latitud donde se vive, la estación del año y la contaminación ambiental que puede bloquear la luz del sol. Todos estos factores, hacen que haya grupos de población con alto riesgo de sintetizar poca vitamina D, entre los que predominan los infantes y preescolares de corta edad, sobre todo si viven en lugares alejados del ecuador o en ciudades con alta contaminación ambiental. Ante ello, la vitamina D es considerada un nutriente esencial en la dieta de ciertos grupos de edad.

La principal función de la vitamina D es favorecer la absorción intestinal de calcio y regular el metabolismo de calcio y fósforo para permitir una buena mineralización

ósea y otras funciones celulares. Es esencial para el crecimiento y la formación de huesos y dientes normales. También se le ha vinculado con la regulación de la presión arterial (93). Su deficiencia produce desmineralización de los huesos. Cuando es severa produce raquitismo en los niños, que se caracteriza por deformidades óseas.

Los expertos de FAO/OMS (13) recomiendan que la ingestión de vitamina D se exprese como microgramos de colecalciferol, sin embargo se sigue usando el término Unidades Internacionales (UI) especialmente en alimentos fortificados, productos farmacológicos y en muchas tablas de composición de alimentos. La actividad biológica del colecalciferol equivale a 40 UI/mcg, y 1 UI equivale a 0.025 mcg de colecalciferol.

Requerimientos Nutricionales

El requerimiento de vitamina D, definido como la menor cantidad de vitamina que la dieta debe aportar para mantener una homeostasis normal de calcio y fósforo y una mineralización normal de los huesos, no se conoce debido a lo variable que puede ser la síntesis de vitamina D en la piel. Algunos estudios hechos hace varias décadas en infantes nacidos a término (94, 95) indicaron que la ingestión diaria de 2.5 mcg (100 UI) de vitamina D permitieron buena mineralización y crecimiento adecuado, pero la ingestión de 7.5-10 mcg/día permitió una mayor absorción intestinal de calcio y mayor velocidad de crecimiento; ingestiones más altas no aumentaron más esos efectos.

Recomendaciones Dietéticas

Con base en los estudios antes mencionados, un grupo internacional de expertos recomendó en 1970 (13) que la dieta debe proveer 10 mcg de vitamina D/día a niños menores de 7 años. Basados en estudios más recientes sobre el crecimiento de niños amamantados con y sin suplementación de vitamina D, o alimentados con fórmulas fortificadas, grupos de expertos en Estados Unidos (15), Canadá (17) y el Reino Unido (18) han propuesto cantidades menores para infantes, como se muestra en el Cuadro 12 (página 111). Excepto por individuos o grupos a riesgo, los expertos canadienses consideran que después de los 3 años de edad la RDD se puede reducir a 2.5-5 mcg/día (17), y los del Reino Unido (18) consideran que ya no es necesaria la ingestión de vitamina D, excepto durante el embarazo, la lactancia y después de 65 años de edad. En Estados Unidos (15) continúan

recomendando 10 mcg/día a través de la niñez y adolescencia, y 5 mcg/día después de los 25 años.

Dadas las condiciones climatológicas de Centro América, coincidimos con el comité del Reino Unido (18) que acepta que a partir de cuando los niños tienen mayor independencia para pasar más tiempo a la intemperie, el aporte dietético de vitamina D ya no es esencial sino hasta la ancianidad. En regiones donde la luz solar no es adecuada durante todo o parte del año (como sucede en regiones australes de América Latina o en ciudades con alto grado de contaminación ambiental), se recomienda que la dieta de niños mayores de 4 años y adultos aporte 5 mcg vitamina D/día. Esa cantidad de vitamina también es aconsejable en la dieta de mujeres nodrizas para asegurar una buena absorción intestinal de calcio para compensar lo secretado con la leche.

La ingestión de 7-10 mcg, o alrededor de 300-400 UI de vitamina D, puede requerir la fortificación de alimentos, suplementación de la dieta con preparaciones farmacológicas o, en el caso de infantes amamantados, la suplementación de la dieta de sus madres. En varios países se recomienda la fortificación de la leche de vaca y fórmulas infantiles con 10 mcg (400 UI) de vitamina D por litro (15).

Se puede argüir que la ingestión de las cantidades de vitamina D que se muestran en el Cuadro 12 no es esencial en áreas tropicales, aunque si podría ser aconsejable para infantes que no se exponen mucho al sol, dado el bajo contenido natural de vitamina D en la leche materna y de vaca.

Fuentes Alimentarias

Las fuentes naturales de vitamina D son algunos alimentos de origen animal, como los pescados grasos, yema de huevos, hígado, aceites de pescado y mantequilla. La leche de todas las especies, incluyendo la humana, contiene muy poca vitamina D (96-98). En muchos países, la principal fuente dietética de la vitamina D son los alimentos fortificados, tales como la leche de vaca y las fórmulas infantiles.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Almacenamiento:** La oxidación de las grasas, que es más rápida con el calor y la presencia de metales, reduce los niveles de vitamina D en los alimentos.

- ☐ **Biodisponibilidad:** Las grasas en la dieta favorecen la absorción de la vitamina D.

Metas Nutricionales

La vitamina D no es esencial en la dieta de personas mayores de 4 años que se exponen regularmente al sol. Una dieta que provea 10 mcg de vitamina D por 1,000 kcal (2.4 mcg/MJ) aportará las RDD para infantes y pre-escolares. Esto puede requerir la fortificación de las fórmulas para alimentación infantil con 10 mcg de vitamina D por litro.

En regiones donde la luz solar no es adecuada todo el año, si se ingiere suficientes alimentos para llenar los requerimientos de energía, una dieta familiar que provea 5 mcg de vitamina D por 1,000 kcal (1.2 mcg/MJ) aportará las RDD para los niños mayores de 2 años y los adultos.

Vitamina E

Consideraciones Generales

La vitamina E incluye 8 compuestos naturales: alfa-, beta-, gama- y delta-tocoferoles y tocotrienoles. El **alfa-tocoferol** es el compuesto más abundante en la naturaleza y con mayor actividad biológica. La función principal de la vitamina E es como antioxidante, participando en la "eliminación" de los radicales libres peroxilos que oxidan los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) de las membranas celulares. La vitamina E junto con el selenio, vitamina C y beta-carotenos es la principal defensa del organismo contra oxidaciones potencialmente dañinas. Se le han atribuido diversas funciones, incluyendo un papel en la protección contra ciertos tipos de cáncer, aunque ello requeriría cantidades farmacológicas de la vitamina.

La deficiencia de vitamina E en humanos produce alteraciones neurológicas (reflejos ausentes o alterados, ataxia, debilidad, reducción sensorial en las extremidades) y anemia hemolítica (99-101), y aparentemente sólo ocurre en recién-nacidos prematuros con muy bajo peso y en niños con malabsorción de grasas asociada a diversos problemas congénitos (15).

El alfa-tocoferol natural, antes llamado d-alfa-tocoferol, ahora es denominado RRR-alfa-tocoferol. El producto sintético, antes llamado dl-alfa-tocoferol, es una mezcla de 8 isómeros a la que ahora se denomina todo-*rac*-alfa-tocoferol (102). Para fines dietéticos, la actividad biológica de la vitamina E se expresa como **equivalentes de RRR-alfa-tocoferol, ET**, con las siguientes equivalencias:

- Para las formas *naturales* de vitamina E:
1 ET = 1 mg RRR- α -tocoferol = 2 mg β -tocoferol = 10 mg δ -tocoferol = 3.3 mg α -tocotrienol.
- Para la forma *sintética*:
1 ET = 1.5 mg acetato de todo-*rac*- α -tocoferol.
- 1 Unidad Internacional, UI = actividad biológica de 1 mg del acetato del compuesto sintético.

El α -tocoferol se almacena primordialmente en el medio lipídico de varios tejidos. Su concentración es más alta en las glándulas suprarrenales, testículos, hipófisis y plaquetas, pero en términos cuantitativos es más abundante en hígado, músculos y tejido adiposo.

Requerimientos Nutricionales

El requerimiento de vitamina E es determinado en gran parte por el contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en los tejidos, que a su vez refleja el contenido de AGPI de la dieta. Esto hace difícil definir los requerimientos, que en adultos pueden variar en órdenes de magnitud de 1 a 5, según su dieta. Algunos grupos de expertos han hecho recomendaciones basadas en estimaciones de los AGPI dietéticos, proponiendo 0.4 mg ET por gramo de AGPI ingeridos (18).

Recomendaciones Dietéticas

Las RDD para infantes se han basado en la ingestión de leche de madres bien nutridas, y para niños mayores en la interpolación entre las recomendaciones para infantes y adultos, combinando las RDD de Estados Unidos (15) y Canadá (17) (Cuadro 12, página 111).

En algunos países se fortifican las fórmulas lácteas para aportar por lo menos 0.3 mg ET/100 ml y 0.4 mg ET/g de AGPI (18, 103). Para recién-nacidos prematuros se ha recomendado una suplementación oral con 17 mg de vitamina E sintética (todo-*rac*-alfa-tocoferol) diariamente hasta los 3 meses de edad (104).

Fuentes Alimentarias

Los tocoferoles se derivan de productos vegetales. La principal fuente de vitamina E, sobre todo como gama-tocoferol, son los aceites vegetales y las margarinas y mantecas hechas de ellos. El germen de trigo, las nueces y varias hojas verdes también contienen cantidades importantes de vitamina E. Algunos productos animales, como los huevos, grasas y algunas carnes, pueden tener pequeñas cantidades derivadas de la dieta del animal. Varios alimentos procesados fortificados con vitamina E, o a los que se agrega la vitamina como antioxidante, también son fuentes dietéticas importantes.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ☐ **Almacenamiento:** La vitamina E se oxida lentamente en presencia de oxígeno, y este proceso es acelerado por sales de hierro y cobre, calor, luz y álcalis. Los ésteres de tocoferilo son más estables en presencia de oxígeno, pero no tienen una acción antioxidante (105).
- ☐ **Procesamiento:** La molienda de los cereales disminuye la concentración de tocoferoles en las harinas. El calentamiento intenso y prolongado de las grasas o aceites produce pérdidas considerables de esta vitamina. El congelamiento en presencia de ácidos grasos insaturados, como ocurre en el procesamiento de alimentos congelados, también reduce la actividad de la vitamina E.

- **Biodisponibilidad:** Las grasas en la dieta favorecen la absorción de la vitamina E.

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 4.5 mg de equivalentes de tocoferol por 1,000 kcal (1.1 mg ET/MJ) llenará las RDD de vitamina E para toda la familia. Esto puede requerir la fortificación de las fórmulas para alimentación infantil con 3-4 mg ET por litro.

Vitamina K

Consideraciones Generales

La vitamina K está constituida por una serie de metil-naftoquinonas, que incluyen principalmente a la filoquinona sintetizada por las plantas, menaquinona formada por bacterias, y la menadiona sintética. Los tejidos de los animales contienen filoquinona y menaquinonas. Aunque es necesaria para la síntesis de varias proteínas de la sangre, huesos y riñones, la función principal de la vitamina K es en la coagulación de la sangre a través de la síntesis de protrombina y otras 5 proteínas involucradas en este proceso. Por lo tanto, su deficiencia puede dar origen a hemorragias espontáneas difíciles de controlar espontáneamente.

El contenido corporal de vitamina K es pequeño y se almacena principalmente en el hígado. Allí, alrededor del 90% son menaquinonas, probablemente sintetizadas por bacterias intestinales (106). Sin embargo, parece que las necesidades de vitamina K no pueden ser aportadas en su totalidad por síntesis bacteriana, ya que la restricción dietética de la vitamina produce alteraciones en los factores de coagulación (107).

Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos mínimos para niños no se conocen, pero de los niveles plasmáticos de protrombina en recién-nacidos y niños amamantados en forma exclusiva se ha derivado recomendaciones, principalmente como profilaxis para la enfermedad hemorrágica del recién-nacido.

Los requerimientos para adultos han sido estimados de acuerdo a la cantidad necesaria de vitamina para mantener normal la protrombina plasmática.

Recomendaciones Dietéticas y Profilácticas

En contraste con la mayoría de otros nutrientes, las recomendaciones de vitamina K para infantes se basan en los valores más altos y no en los valores promedio de ingestión de la vitamina en la leche materna, dada la baja concentración de vitamina K en la leche de muchas mujeres y la asociación epidemiológica de la enfermedad hemorrágica del recién-nacido con la lactancia materna exclusiva cuando no se administra una dosis farmacológica de la vitamina inmediatamente después del parto. Actualmente se recomienda que a todo recién-nacido a término se le administre rutinariamente 0.5-1.0 mg de vitamina K por vía intramuscular, y a los prematuros por lo menos 1 mg (15, 18, 108).

Las recomendaciones dietéticas para *infantes* son entre 5 y 10 mcg/día durante el primer semestre de edad, y 10 mcg/día en el segundo semestre. Aunque no hay una base clínica o bioquímica para ello, para **niños mayores de 1 año y adultos** se recomienda alrededor de 1 mcg/kg/día (15, 18).

En Estados Unidos se ha recomendado fortificar las fórmulas para alimentación infantil para que aporten 4 mcg de vitamina K por 100 kcal, equivalente a alrededor de 60 mcg/litro (15).

Fuentes Alimentarias

El contenido de vitamina K en los alimentos varía mucho. Las hojas verdes son la mejor fuente dietética. También se encuentra en pequeñas pero importantes cantidades en la leche de vaca y productos lácteos, carnes, huevos, cereales y varias

frutas y verduras. La leche humana es muy pobre en vitamina K (alrededor de 2 mcg/litro, aunque esta cifra puede variar entre 1 y 10 mcg/litro), mientras que la leche de vaca contiene entre 4 y 18 mcg/litro. La flora intestinal del yeyuno e íleon es otra fuente potencialmente importante de vitamina K, aunque no se conoce con exactitud cuánto de las menaquinonas que sintetizan son usadas por el organismo humano.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- Procesamiento:** La vitamina K es muy estable y no es afectada en forma importante por los procesos usuales de preparación de alimentos.
- Biodisponibilidad:** La ingestión de vitamina A en dosis altas interfiere con la absorción de vitamina K.

Metas Nutricionales

Aunque no hay fundamento sólido para las RDD después de 1 año de edad, si se ingiere suficientes alimentos para llenar los requerimientos de energía, una dieta que provea 30 mcg de vitamina K por 1,000 kcal (7 mcg/MJ) será adecuada para toda la familia.

4. MINERALES

Varios minerales son esenciales para la vida y la salud, y deben ser aportados por la dieta, como componentes naturales de los alimentos o agregados a un vehículo, como es el caso de la sal yodada o el agua fluorinada. Los minerales actúan como elementos estructurales del esqueleto y otros órganos, cofactores en sistemas enzimáticos, activadores o facilitadores de reacciones metabólicas, transportadores de sustancias en el organismo, y con elementos constituyentes de moléculas con funciones esenciales. Los requerimientos de la mayoría de minerales esenciales se han calculado de las mismas maneras descritas para las vitaminas.

En general, los minerales son solubles y, por lo tanto son susceptibles de pasar de los alimentos al agua durante el proceso de cocción. Al igual que las vitaminas hidrosolubles, mientras mayor es el volumen de agua usada para cocinar, mayor es la cantidad de minerales que potencialmente se pueden perder de los alimentos. Lo mismo ocurre durante el proceso de descongelamiento de los productos cárnicos, ya que muchos minerales quedan en el exudado que se produce. Sin embargo, los minerales son recuperables en cierta proporción cuando el agua de cocción y el exudado post-descongelación no se eliminan sino se usan para preparación de otros alimentos.

Calcio

Consideraciones Generales

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo humano. Constituye 1.5-2% del peso corporal en adultos. Alrededor del 99% del calcio está en los huesos y dientes, principalmente en forma de fosfato; el resto está en los fluidos extracelulares, estructuras intracelulares y membranas celulares. Además de su papel estructural en el esqueleto y dientes, el calcio participa en numerosos procesos metabólicos que incluyen la activación de enzimas, transmisión nerviosa, transporte a través de membranas, coagulación de la sangre, contracción de músculos voluntarios e involuntarios, incluyendo el músculo cardíaco, y funciones hormonales.

La formación de huesos es más intensa durante los períodos de crecimiento más activos, y la mineralización se acentúa durante la adolescencia. No se sabe exactamente a qué edad se alcanza el máximo de masa ósea, pero probablemente no es antes de los 25 años (15). Existe un consenso sobre la conveniencia de ingerir abundante calcio durante la adolescencia, particularmente entre mujeres, para reducir el riesgo de osteoporosis en la vejez. Hay cierta evidencia de que la ingestión de cantidades generosas de calcio antes de la pubertad y después de los 25 años también puede contribuir a este efecto protector.

La absorción intestinal de calcio es más eficiente durante los períodos de mayor requerimiento del mineral. Así, los niños pueden absorber hasta 75% del calcio dietético, comparado con 20-40% en los adultos (109). Por otra parte, aunque la leche humana contiene cuatro veces menos calcio que la leche de vaca, su absorción es mayor en la leche humana (66%, comparado con 40% de la leche de vaca). La absorción también es más eficiente mientras menos calcio hay en la dieta (110).

La ingestión elevada de proteínas aumenta las pérdidas urinarias de calcio, mientras que un aumento en

la ingestión de fósforo reduce la excreción urinaria de calcio. Debido a ese efecto opuesto, una dieta rica en proteínas y en fósforo (por ejemplo, con leche y huevos) tiene poca influencia sobre las pérdidas y los requerimientos de calcio (111).

Requerimientos Nutricionales

El requerimiento de calcio para *infantes* se ha estimado de la cantidad del mineral absorbido por niños que han crecido adecuadamente, siendo amamantados en forma exclusiva. Los requerimientos para niños mayores y adolescentes se basan en cálculos factoriales que incluyen estimaciones de la cantidad de calcio necesaria para el crecimiento del esqueleto y de la proporción de calcio ingerido que se absorbe. Los requerimientos para adultos mayores de 25 años consideran las pérdidas del mineral por orina, piel, uñas, pelo y sudor.

Recomendaciones Dietéticas

Las últimas recomendaciones dietéticas de calcio hechas por un grupo internacional son de hace 30 años (20). Más recientemente, grupos nacionales de expertos han hecho recomendaciones en varios países (15-18).

Las recomendaciones para *infantes amamantados* en forma exclusiva corresponden al contenido de calcio en la leche materna, con una variación del orden de 15%. Para *niños alimentados con fórmulas infantiles*, se basan en la recomendación para los amamantados, corregida por la menor absorción del calcio en la leche de vaca (40 en vez de 66%), y asumiendo una variación de 12.5-15% (15, 18, 20).

Para los *preescolares*, un comité de expertos del Reino Unido basó sus recomendaciones en las estimaciones del calcio requerido para crecimiento óseo entre 1 y 10 años de edad, asumiendo una absorción de 35% y una variación de 15% (18). Sus recomendaciones hasta los 6 años de edad son muy semejantes a las más antiguas de FAO/OMS. Un comité de expertos en Estados Unidos usó un criterio arbitrario en sus recomendaciones para niños mayores de 6 meses, interpolando entre lo recomendado para infantes y para adolescentes (15). Las cantidades recomendadas son significativamente mayores que las del Reino Unido y FAO/OMS.

Para *adolescentes y adultos*, las recomendaciones de E.U.A. son alrededor de 20% mayores que las del Reino Unido, debido a que usaron distintas cifras para estimar la cantidad de calcio dietético retenida por los adolescentes y excretada por los adultos a través de la orina y sudor. Los Canadienses (17) recomiendan cifras intermedias.

En esta revisión de las RDD se aceptaron las recomendaciones de FAO/OMS (20) y el Reino Unido (18), para infantes y niños hasta los 6 años, dada su coincidencia y los criterios para calcularlas (Cuadro 12, página 111). La recomendación para niños amamantados en forma exclusiva es del orden de 300 mg/día, porque el calcio de la leche humana se absorbe mejor. Los 500 mg/día pueden ser fácilmente ingeridos con sucedáneos de leche humana, que aportan alrededor de 700 mg/litro.

Para la pubertad, adolescencia y edad adulta, también se aceptaron las recomendaciones del Reino Unido (18). No obstante, ante la importancia del calcio para prevenir la osteoporosis, coincidimos con los expertos de los Estados Unidos en recomendar la misma cantidad de calcio para las mujeres que para los varones y de extender esta recomendación hasta los 24 años de edad (Cuadro 12). También se consideró oportuno recomendar más calcio (800 mg/día) para niños entre 7 y 10 años de edad, por un estudio reciente que sugiere que ésto puede permitir una mayor mineralización ósea desde antes de la pubertad (112).

La absorción de calcio es más eficiente durante el embarazo y la lactancia. Ante el aumento de las demandas de este mineral durante el embarazo y su relación con una menor incidencia de toxemia (113), es prudente ingerir la misma cantidad de calcio que durante la adolescencia. Con la leche materna se secreta alrededor de 300 mg de calcio diariamente. Tomando en consideración la mayor absorción, se aceptó la recomendación de 1200 mg/día propuesta por los comités de expertos del Reino Unido y de Estados Unidos. Es posible que las adolescentes embarazadas o lactantes requieran más calcio dietético.

Fuentes Alimentarias

La leche y productos lácteos, tienen una concentración alta de calcio. Otras fuentes alimentarias de este mineral incluyen la yema de huevo, las leguminosas de grano, varias verduras y hojas de color verde oscuro. Los cereales, en general, tienen muy poco calcio, pero las tortillas de maíz tratadas con cal son una importante fuente dietética del mineral en Centroamérica. Algo similar sucede con el tofu precipitado con calcio. Los huesecillos de peces como las sardinas y el salmón,

y la costumbre de mascar huesos suaves de pollo también aportan cantidades importantes de calcio.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Procesamiento:** El descortezado y la molienda de los granos leguminosos reduce su contenido de calcio (38). El tratamiento con cal que se le da al grano de maíz para ablandarlo y eliminar su cascarilla en la elaboración de masa para tortillas hace que las tortillas y otros productos elaborados con esa masa tengan un alto contenido de calcio (41).
- ❑ **Biodisponibilidad:** La absorción de calcio se favorece por la presencia de vitamina D, proteínas y un medio ácido. Estudios en animales sugieren que la lactosa también favorece la absorción de calcio, pero no se ha demostrado consistentemente en humanos (114, 115). En cambio los fitatos, oxalatos, fibra dietética y las grasa interfieren con la absorción de calcio, formando compuestos insolubles, particularmente en medio alcalino. Así, el calcio de la espinaca y de las hojas de rábano y remolacha se absorbe poco a pesar de ser relativamente abundante, por el alto contenido de oxalatos en esas hojas. Por el contrario, algunos cereales, como el trigo y la avena, contienen una fitasa que libera el calcio de los fitatos y lo hace más biodisponible.

Las concentraciones bajas de calcio en la dieta son mejor absorbidas que las altas. Por ejemplo, entre 20 y 40% del calcio se absorbe cuando es ingerido por adultos en cantidades pequeñas, pero con ingestiones del orden de 800 mg/día, la absorción es de 15%.

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 500 mg de calcio por 1,000 kcal (120 mg/MJ) llenará las RDD de este mineral para toda la familia. Las mujeres adolescentes deben ingerir porciones más grandes de alimentos ricos en calcio debido a su alto requerimiento del mineral en relación a sus requerimientos de energía.

La proporción de 500 mg Ca/1,000 kcal se puede lograr con dietas que incluyan regularmente leche y quesos o alimentos enriquecidos con calcio. Cuando la dieta no contenga suficientes cantidades de esos alimentos, se recomienda ingerir

un suplemento (tabletas) de 500 o 750 mg diarios de calcio durante la pubertad y vida adulta, particularmente en el caso de mujeres, que son más susceptibles de sufrir osteoporosis después de la menopausia.

Fósforo

Consideraciones Generales

El cuerpo de un adulto tiene aproximadamente de 750 a 1,100 g de fósforo. Alrededor del 80% se encuentra en los huesos y dientes, en una proporción de 1 a 2 respecto al calcio. El resto está en los tejidos blandos y como un componente de las proteínas, ácidos nucleicos, fosfolípidos y otra serie de compuestos. Este mineral contribuye a la estructura del esqueleto y forma parte de compuestos esenciales para la energía requerida en el metabolismo intermedio, como lo son el adenosin-trifosfato (ATP) y la fosfocreatina.

La deficiencia dietética de fósforo es casi inexistente por la amplia difusión de este elemento en los alimentos. En niños prematuros alimentados exclusivamente con leche materna se ha observado una forma de raquitismo hipofosfatémico, pues necesitan más fósforo que el aportado por esa leche para la mineralización de sus huesos (116). También se ha producido deficiencia del mineral en pacientes que ingieren como antiácido hidróxido de aluminio por períodos prolongados de tiempo, ya que éste liga el fósforo de la dieta y no permite su absorción (117). Esta deficiencia produce desmineralización de los huesos, debilidad, anorexia, dolores óseos y malestar general.

Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos de fósforo no se conocen y las recomendaciones dietéticas son un tanto arbitrarias.

Recomendaciones Dietéticas

Se ha considerado que una dieta que provee cantidades equivalentes de calcio y fósforo y que se ingiere en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de calcio, también satisface las necesidades de fósforo (15, 18, 20). Una de las diferencias entre algunos grupos de expertos estriba en recomendar cantidades equivalentes en términos de peso (15), o de molaridad (17, 18); esto último se basa en que el calcio y fósforo se encuentran en el cuerpo humano en cantidades aproximadamente equimolares. Otra diferencia es recomendar proporciones dietéticas de calcio a fósforo de 1.3:1 para niños menores de 6 meses, y de 1.2:1 en el segundo semestre de edad, según la proporción de los dos minerales en la leche de vaca y en un aumento gradual en la ingestión de fósforo a medida que se introducen otros alimentos en la dieta (15).

Es más racional el uso de las proporciones molares, así como la ingestión de una proporción mayor de calcio que de fósforo en el primer año de edad. Por lo tanto, se recomiendan las cifras que se muestran en el Cuadro 12 (página 111), calculadas a partir de las recomendaciones de calcio. Las recomendaciones para menores de 6 meses son para niños alimentados con sucedáneos de leche humana. La recomendación para infantes amamantados en forma exclusiva es de 125 mg/día, dada la mayor absorción de fósforo de la leche humana.

Fuentes Alimentarias

Casi todos los alimentos contienen cantidades nutricionalmente importantes de fósforo, especialmente los alimentos ricos en proteínas y los cereales. En algunos países alrededor del 50% de fósforo dietético proviene de la leche y sus derivados, carne, aves y pescado, y otra porción substancial viene de aditivos agregados a los productos procesados. Las leguminosas de grano, nueces y varias verduras también son buenas fuentes de fósforo.

La mayoría de alimentos contienen más fósforo que calcio: 15 a 20 veces más en carnes, aves y pescado (excluyendo los huesos), 2 veces más en huevos, cereales, leguminosas y nueces. Sólo la leche, quesos, hojas verdes y huesos tienen más calcio que fósforo.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- **Biodisponibilidad:** La vitamina D y el calcio favorecen la absorción de fósforo, mientras que otros minerales, como magnesio, hierro y aluminio, la reducen al formar sales y complejos insolubles. Esto ocurre especialmente con el consumo prolongado y excesivo de antiácidos a base de magnesio y aluminio.

El ácido fítico presente en algunos cereales y harinas interfiere con la absorción de fósforo.

Metas Nutricionales

Para mantener la relación equimolar de fósforo y calcio en la dieta, ésta debe proveer 400 mg de fósforo por 1,000 kcal (95 mg/MJ) e ingerirse en cantidad suficiente para llenar los requerimientos de energía.

Magnesio Consideraciones Generales

El cuerpo de un adulto contiene 20-28 g de magnesio, del cual 60% está en los huesos, cerca de 40% en músculos y tejidos blandos, y 1% en los fluidos extracelulares. Este mineral juega un papel fundamental en numerosas reacciones enzimáticas esenciales para la vida, que incluyen los procesos biosintéticos mediados por el complejo Mg-ATP, la transferencia de grupos fosfato, la oxidación de ácidos grasos, y la síntesis y degradación del ADN. El magnesio extracelular puede actuar en forma sinérgica o antagónica con el calcio para mantener el potencial eléctrico de las membranas de nervios y músculos, y para la transmisión de impulsos a través de las uniones neuromusculares.

No hay informes de deficiencia dietética de magnesio; sólo se ha producido experimentalmente en pacientes con cáncer oral cuyos síntomas incluyeron náusea, debilidad muscular, alteraciones miográficas e irritabilidad (118). La deficiencia de magnesio usualmente es secundaria a malabsorción intestinal o diarrea profusa, desnutrición, alteraciones renales, o alimentación intragástrica o parenteral con mezclas deficientes en magnesio (119).

Requerimientos Nutricionales

No se conocen los requerimientos de magnesio para infantes y niños preescolares. Las recomendaciones nutricionales para infantes se basan en el mineral ingerido con la leche materna, y las de niños mayores de un año en estudios de balance de magnesio en adolescentes. Las recomendaciones para adultos también se derivan de estudios de balance.

Recomendaciones Dietéticas

Las RDD para niños menores de 6 años se han basado en la ingestión de magnesio por niños amamantados en forma exclusiva (5-6 mg/kg/día), más un 25%, asumiendo una variación entre individuos de 12.5% (15). La RDD de 1 a 18 años es de 6 mg/kg, y después de esa edad, 4.5 mg/kg. Aplicando los pesos promedio que se muestran en el Cuadro 3, se obtienen las cifras del Cuadro 12 (página 111).

Fuentes Alimentarias

Casi todos los alimentos contienen magnesio, aunque es más abundante en dietas con predominio de verduras, leguminosas y cereales sin refinar, que en dietas a base de alimentos refinados, carnes y lácteos. Las principales fuentes de magnesio son las nueces y los granos enteros de leguminosas y cereales sin moler. Los vegetales verdes donde el mineral está en la clorofila también son buenas fuentes. Con excepción de los bananos, las frutas tienen poco magnesio, al igual que los alimentos de origen animal.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Procesamiento:** Más del 80% del magnesio de los cereales se pierde al degerminarlos y quitarles sus capas externas.
- ❑ **Biodisponibilidad:** La presencia de calcio en altas concentraciones reduce la absorción de magnesio.

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 140 mg de magnesio por 1,000 kcal (33 mg/MJ) llenará las RDD de magnesio para toda la familia. Esa relación de magnesio/energía fue calculada para satisfacer las RDD de mujeres adolescentes y adultas, por lo que suministra más magnesio que las RDD para niños y hombres.

Hierro

Consideraciones Generales

El hombre adulto contiene alrededor de 4 g de hierro, del cual dos tercios forman parte de la hemoglobina, cuya función primordial es el transporte de oxígeno. El hierro también forma parte de la mioglobina y citocromos, que están involucrados en el almacenamiento y utilización celular de oxígeno, así como de diversos sistemas enzimáticos. Normalmente, 20-30% del mineral se encuentra almacenado en el hígado, bazo y médula ósea, en forma de ferritina o hemosiderina, y una pequeña fracción está asociada con la proteína de transporte, transferrina.

La deficiencia de hierro es la principal causa de anemia nutricional en niños y adultos. Los grupos más vulnerables son los adolescentes de ambos sexos, las mujeres en edad reproductiva y las embarazadas. Los recién nacidos de madres con deficiencia de hierro tienen

pocas reservas del mineral y están más propensos a desarrollar anemia antes del primer año de edad que los niños nacidos de madres con buen estado nutricional de hierro.

La anemia por deficiencia de hierro es microcítica e hipocrómica. Aparte de producir anemia, la deficiencia de hierro ha sido asociada con alteraciones del sistema inmunológico, apatía y bajo rendimiento escolar de niños, y disminución en la capacidad física de adultos.

El hierro hemínico, derivado principalmente de la hemoglobina y mioglobina, es absorbido en una proporción mucho mayor que el hierro inorgánico y casi no es afectado por otros componentes de la dieta. En cambio, la absorción del hierro inorgánico es menor en presencia de sustancias como los fitatos, taninos y ciertos tipos de fibra dietética, que lo ligan o forman complejos insolubles. Por el contrario, su absorción es favorecida por el ácido ascórbico y las proteínas animales. También es importante notar que el hierro de la leche humana se absorbe con una eficiencia del orden de 50%, mientras que el de la leche de vaca sólo se absorbe en alrededor del 10%.

Por otra parte, el hierro inorgánico se absorbe mejor cuando las reservas corporales son bajas, o cuando no es muy abundante en la dieta. Estas condiciones afectan muy poco la absorción del hierro hemínico.

Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos fisiológicos de hierro se han calculado con base en la cantidad que se debe absorber para compensar las pérdidas corporales y para permitir el incremento del volumen sanguíneo (y, por ende, de hemoglobina) durante el crecimiento y el embarazo (14).

En los dos primeros meses de vida hay una marcada reducción fisiológica de la concentración de hemoglobina sanguínea y un aumento proporcional de las reservas corporales de hierro, las cuales se movilizan posteriormente. Durante ese tiempo se absorbe muy poco hierro dietético y la absorción aumenta y se torna muy importante cuando las reservas corporales de hierro se han reducido marcadamente (120). Esto sucede entre los 4 y 6 meses de edad en niños normales nacidos a término, y antes de eso en los prematuros y niños con bajo peso al nacer. Por ello no hay un requerimiento de hierro dietético durante el primer trimestre de vida para niños nacidos a término (14).

Los requerimientos de niños mayores de 3 años incluyen el hierro requerido para la expansión de la masa de glóbulos rojos y músculos durante el crecimiento. Estas cantidades son particularmente grandes en la adolescencia. Las niñas adolescentes requieren, además, hierro para compensar las pérdidas menstruales.

Las pérdidas por hemorragias menstruales aumentan grandemente los requerimientos de las mujeres. La mediana de las pérdidas menstruales de hierro promediadas a lo largo del ciclo es alrededor de 0.5 mg Fe/día, pero 25% de las mujeres pierden más de 0.8 mg/día y 5% pierden más de 1.6 mg/día. Esta última cifra agregada a la estimación de pérdidas basales por descamación celular es la base de los requerimientos fisiológicos de hierro para mujeres en edad fértil. Es importante notar que los anticonceptivos orales tienden a reducir las pérdidas menstruales, mientras que los dispositivos intrauterinos las aumentan.

Las pérdidas en mujeres después de la menopausia o histerectomía y en hombres adultos, se deben primordialmente a exfoliación celular (alrededor de 2/3 por descamación de células gastrointestinales y el resto de la piel).

Las mujeres embarazadas necesitan absorber suficiente hierro para satisfacer las necesidades del feto y la placenta, y su propia expansión de masa eritrocitaria. Esto implica una absorción de alrededor de 4.4 y 6.3 mg/día durante el segundo y tercer trimestre, respectivamente. Estas necesidades de hierro no pueden ser llenadas únicamente con el hierro de los alimentos, aún con dietas de alta biodisponibilidad del mineral. A menos que la madre comience el embarazo con reservas corporales del orden de 500 mg Fe, es necesario administrar suplementos de hierro para evitar anemia.

Debido a la amenorrea postparto que se prolonga con la lactancia, los requerimientos de hierro de la mujer nodriza son los de la mujer que no menstrúa más 0.3 mg/día para compensar el hierro secretado con la leche.

Los requerimientos fisiológicos deben ser convertidos en *requerimientos dietéticos*, tomando en cuenta la biodisponibilidad del mineral en la dieta. Los requerimientos dietéticos fueron definidos de dos maneras por un grupo internacional de expertos (14), según el estado nutricional de hierro de las personas: requerimientos basales y requerimientos para evitar la anemia.

Los *requerimientos basales* se refieren a la cantidad de hierro dietético necesario para mantener un suministro normal del mineral a los tejidos, sin incluir un incremento apreciable del hierro de reserva, y para conservar todas las funciones

evaluables clínicamente. Se aplican a personas con reservas corporales normales de hierro, y que absorben alrededor de 40% del ascorbato ferroso administrado oralmente.

Los *requerimientos para evitar anemia* corresponden a la cantidad de hierro dietético necesario para evitar la reducción de la hemoglobina sanguínea. Esto presupone bajas reservas corporales de hierro, y una absorción de ascorbato ferroso y hierro dietético 50% mayor que la de personas sin deficiencia del mineral. Debido a esta mayor biodisponibilidad, las cantidades de hierro dietético requeridas son 2/3 de los requerimientos basales (14). Según FAO/OMS (14), los requerimientos "para evitar anemia" podrían ser una meta aceptable en muchas regiones, pero no está claro si esa "aceptación" se debe a que la dieta de esas regiones difícilmente podría aportar suficiente hierro para satisfacer los requerimientos "basales".

Los *requerimientos normativos* corresponden a la cantidad de hierro necesaria para repletar las reservas corporales. El grupo de FAO/OMS las estimó en alrededor de 50% más que los requerimientos basales (14). Esto generalmente requeriría la ingestión de suplementos farmacológicos de hierro, ya que la cantidad necesaria del mineral sobrepasa su contenido en las dietas usuales.

Los requerimientos dietéticos de hierro también son afectados por su biodisponibilidad en la dieta, en función del tipo de hierro (hemínico o no hemínico) y de la presencia de sustancias que favorecen o interfieren con la absorción del hierro no hemínico. Los expertos de FAO/OMS definieron tres tipos de dietas, cuyo hierro sería absorbido en alrededor de 5, 10 y 15% por personas con buen estado nutricional de hierro, o sea para llenar sus requerimientos "basales". Para satisfacer las necesidades definidas para "evitar anemia", el hierro de esas dietas se absorbería en alrededor de 7.5, 15 y 22.5%. Esos tres tipos de dietas tienen las siguientes características:

Biodisponibilidad baja de hierro - Dietas simples y monótonas, a base de cereales, raíces y tubérculos, con cantidades insignificantes de carne, pescado o fuentes de ácido ascórbico. Predominan alimentos tales como frijoles y productos de maíz, trigo y sorgo, ricos en sustancias que reducen la absorción del hierro inorgánico. Son comunes entre los grupos más pobres de Centro América.

Biodisponibilidad intermedia de hierro - Dietas con predominio de cereales, raíces y tubérculos, pero que incluyen algunos alimentos de origen animal y fuentes de ácido ascórbico. Una dieta con biodisponibilidad "baja" de hierro puede convertirse en "intermedia" al aumentar su contenido de alimentos que favorecen la absorción de hierro. Lo mismo ocurre con dietas de biodisponibilidad "alta"

cuando se consumen usualmente con inhibidores de la absorción de hierro, tales como abundante fibra dietética, café o té. Son comunes en las áreas rurales de Centro América.

Biodisponibilidad alta de hierro - Dietas que incluyen cantidades abundantes de carne, pollo, pescado o alimentos ricos en ácido ascórbico en la mayoría de las comidas. Son comunes en países con alto consumo de carne y en los grupos socioeconómicos medio-alto y alto de Centro América.

Recomendaciones Dietéticas

Las recomendaciones dietéticas de hierro son 25% mayores que los requerimientos dietéticos, para cubrir una variabilidad entre individuos del orden de 12.5% (14).

Las RDD deben tener como meta cubrir las necesidades basales de hierro y no únicamente evitar la aparición de anemia. Dadas las características de las poblaciones latinoamericanas, es conveniente recomendar dos niveles de hierro dietético, aplicables a grupos con dietas que contienen abundantes alimentos de origen animal o dietas con predominio de vegetales. Estas corresponderían a las dietas definidas por FAO/OMS con biodisponibilidad "alta" o "intermedia" del mineral, de las que se absorbe 15 o 10% del hierro, respectivamente (14).

Un grupo de expertos latinoamericanos en alimentación infantil, del cual fuimos partícipes, tomó recientemente una posición más conservadora y recomendó 10 mg de hierro/día para niños de 6 a 12 meses de edad, independientemente de la biodisponibilidad del hierro en sus dietas. Esto se basó en las características sanitarias de la mayor parte de América Latina y en las altas tasas de morbilidad infantil, así como en las experiencias de Chile con fórmulas lácteas fortificadas (10). Compartimos esta idea, así como también lo sugerido por los expertos latinoamericanos para niños de edad preescolar, quienes podrían estar expuestos a infecciones gastrointestinales frecuentes, con el aumento consiguiente de sus requerimientos dietéticos de hierro.

Las RDD de hierro aumentan durante la adolescencia en ambos sexos y permanecen altas en las mujeres durante su vida fértil. En el embarazo se acentúan marcadamente, lo que casi siempre requiere la ingestión de hierro suplementario.

El Cuadro 12 (página 111) muestra las RDD basadas en las recomendaciones de FAO/OMS (14) para escolares, adolescentes y adultos, y en el criterio más conservador de los expertos latinoamericanos para infantes y preescolares (10).

Fuentes Alimentarias

Las carnes, especialmente las rojas, son la principal fuente de hierro hemínico, cuya absorción es influenciada muy poco por otros componentes de la dieta y por el estado nutricional de hierro de la persona. Su contribución para satisfacer los requerimientos de hierro se puede calcular asumiendo 25% de absorción (14).

El hierro no hemínico -también llamado inorgánico- se encuentra en leguminosas de grano, cereales, varias verduras y frutas. Para estimar la contribución del hierro no hemínico a la satisfacción de los requerimientos, es necesario conocer las características de la dieta y el estado nutricional del hierro del individuo, ya que la combinación de estas condiciones pueden modificar la absorción del hierro dietético desde menos del 1% hasta más de 30%.

En algunos países los alimentos fortificados o enriquecidos con hierro, particularmente las fórmulas lácteas para infantes y las harinas de cereales, son una de las principales fuentes alimentarias del mineral.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

❑ **Procesamiento:** El descortezado y molienda de granos, el refinamiento del azúcar y la extracción de aceites, pueden reducir el contenido de hierro hasta en 90%. También se puede perder hierro de los alimentos cocinados con agua cuando se descarta el agua de cocción.

La cocción en recipientes de hierro o revestidos con este metal, puede aumentar el contenido del mineral en los alimentos. Esto y otras fuentes de "contaminación" con hierro son importantes, pues pueden duplicar el contenido de los alimentos en relación a las cifras de las tablas de composición de alimentos. (121, 122).

❑ **Biodisponibilidad:** La absorción del hierro hemínico usualmente no es afectada por las características de la dieta. Sin embargo, la cocción prolongada a alta

temperatura puede desnaturalizar la molécula hemínica y reducir la absorción del mineral.

La absorción de hierro no hemínico o inorgánico varía de menos de 1% a más de 10% en individuos con reservas adecuadas del mineral. Varios componentes de la dieta, principalmente el ácido ascórbico y otros ácidos orgánicos, el hierro hemínico, y los alimentos de origen animal, **favorecen esta absorción** cuando son ingeridos junto con el hierro inorgánico. El ácido ascórbico contenido en una naranja (alrededor de 40 mg) puede aumentar 2 ó 3 veces la absorción del hierro de algunos alimentos vegetales. El glutamato monosódico o el vinagre agregados a las harinas de trigo y de papa también aumentan la biodisponibilidad de hierro.

Por otra parte, hay factores dietéticos que **reducen la absorción** del hierro no hemínico, como los fitatos y fibra de los cereales, leguminosas y otros vegetales; los taninos y otros polifenoles del té, café, caldo de frijol negro y otros alimentos vegetales; el fosfato de calcio, y algunas proteínas como la avidina del huevo. El efecto de la ingestión de cantidades moderadas de fibra dietética, fitatos e infusiones diluídas de té y café es importante en la reducción de la absorción, solamente cuando la dieta provee cantidades muy bajas del mineral. Además, el efecto inhibitorio puede ser contrarrestado por la presencia de ácido ascórbico o alimentos de origen animal en la dieta (14). Asimismo, la cocción del huevo desnaturaliza la avidina y hace biodisponible el hierro de la yema del huevo.

La ingestión en altas cantidades de otros minerales, como calcio, magnesio, zinc, cobre, cobalto y manganeso, interfieren con la absorción del hierro inorgánico, pues compiten por los mismos mecanismos de absorción intestinal. Los medicamentos antiácidos también reducen la absorción del hierro.

Metas Nutricionales

Si se ingiere suficientes alimentos para llenar los requerimientos de energía, una dieta que incluya regularmente alimentos de origen animal y que contenga 8 mg de hierro altamente biodisponible por 1,000 kcal (2 mg/MJ), llenará las RDD de hierro para toda la familia, excepto para las mujeres embarazadas.

Si la dieta habitual contiene cantidades pequeñas u ocasionales de alimentos ricos en hierro altamente biodisponible, debe aportar 12 mg de hierro por

1,000 kcal (3 mg/MJ) para alcanzar ese propósito. Esto es difícil de lograr, a menos que la dieta incluya azúcar o alimentos fortificados con hierro.

Los hombres y las mujeres no embarazadas que no menstrúan podrían llenar sus RDD de este mineral con una dieta que aporte 5 mg de hierro altamente biodisponible u 8 mg de hierro moderadamente biodisponible por 1,000 kcal. Las mujeres que menstrúan deberán ingerir 6-8 mg adicionales de hierro diariamente, lo que se podría lograr con el consumo de azúcar o alimentos fortificados.

Durante el embarazo, casi todas las mujeres deben ingerir 40-60 mg diarios de hierro suplementario, independientemente de su dieta. Estudios recientes en INCAP y otras partes del mundo sugieren que la ingestión **semanal** de 120 mg de hierro es igualmente adecuada (F.E. Viteri, F. Chew y colaboradores, datos no publicados).

Zinc

Consideraciones Generales

El organismo adulto contiene alrededor de 2 g de zinc depositado principalmente en los huesos y músculos. Este mineral forma parte de numerosas metaloenzimas importantes para el metabolismo de proteínas, ácidos nucleicos, carbohidratos y lípidos. Es importante para el crecimiento normal, para la actividad de los fotorreceptores en la retina, y forma parte de la proteína salivar, gustina, que estimula las papilas gustatorias.

La deficiencia de zinc produce retraso en crecimiento, pérdida de apetito, alteraciones cutáneas y anomalías inmunológicas. También ha sido asociada con hipogonadismo en hombres, reducción de la sensibilidad gustatoria y olfatoria, ceguera nocturna y alteraciones en la cicatrización de heridas.

De una manera similar al hierro, las cantidades pequeñas son mejor absorbidas que las grandes, y las personas con deficiencia de zinc lo absorben más eficientemente. Asimismo, altas concentraciones dietéticas de fibra y fitatos reducen su biodisponibilidad, mientras

que algunos péptidos y aminoácidos la aumentan. De ahí que la absorción de zinc varíe de 2 a 38% en dietas de distinta composición (123, 124). Por otra parte, el zinc de la leche humana es mejor absorbido que el de la leche de vaca.

Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos durante el primer trimestre de vida se han calculado del zinc ingerido por niños amamantados que han crecido bien (15-17). También se han calculado por métodos factoriales, estimando el contenido de zinc en los tejidos de crecimiento, las pérdidas diarias por el tracto gastrointestinal, orina y piel, y la absorción intestinal (18). Para niños alimentados con fórmulas infantiles, se ha hecho ajustes por la menor biodisponibilidad del zinc, comparado con la leche humana.

Los requerimientos de infantes mayores se han calculado por el método factorial y por el consumo de zinc en fórmulas y otros alimentos. Para preescolares, se han calculado de las pérdidas basales de adultos, las necesidades para tejidos en crecimiento y la absorción intestinal (18), o de estudios de balance de zinc en niños preadolescentes (15).

Un grupo de expertos de FAO/OMS (19) recientemente estimó que los *requerimientos basales* (para evitar alteraciones clínicas) de preescolares eran 49 mcg/kg/día, y los *requerimientos normativos* (para mantener reservas corporales adecuadas) eran 69 mcg/kg/día, con coeficientes de variación de 12.5% (citado en referencia 125).

Recomendaciones Dietéticas

El Cuadro 12 (página 111) muestra las RDD de zinc con dietas de dos tipos. Las recomendaciones con dietas cuyo zinc es altamente biodisponible fueron calculadas por expertos de FAO/OMS (19, 125) para infantes que no son amamantados en forma exclusiva y para preescolares. Para las demás edades se tomaron las recomendaciones del comité de expertos de Canadá (17), que son las que más se asemejan a las del grupo internacional.

Para poblaciones con dietas basadas primordialmente en vegetales, se asume que requieren 50% más de zinc debido a la menor biodisponibilidad del mineral, y se sugiere las RDD que se muestran en el Cuadro 12.

Fuentes Alimentarias

Las mejores fuentes de zinc, por su contenido y biodisponibilidad, son la carne, hígado, huevos y mariscos, especialmente las ostras. Los cereales tienen cierta cantidad del mineral, pero su biodisponibilidad es relativamente baja.

El contenido de zinc en la leche humana tiende a disminuir a medida que la lactancia progresa, y su concentración a los 6 meses es cerca de la mitad de la concentración en el primer mes de lactancia (118, 119).

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Procesamiento:** La molienda y refinamiento de los cereales reduce hasta en 75% su contenido de zinc, y el proceso de enlatado de alimentos, especialmente de tomate, frijol y espinaca, lo reduce en más de 50%. Por otra parte, la fermentación con levadura aumenta marcadamente la biodisponibilidad del zinc en la harina integral de trigo.
- ❑ **Biodisponibilidad:** Varios factores dietéticos reducen la biodisponibilidad del zinc, particularmente las concentraciones altas de fibra, y los fitatos, oxalatos y taninos. La cocción de alimentos con un contenido importante de fitatos y calcio forma un precipitado insoluble de zinc y calcio.

La ingestión simultánea de sulfato ferroso y sulfato de zinc en las mismas cantidades reduce la absorción de zinc, así como la administración de hierro, cobre, magnesio y calcio en dosis farmacológicas. Sin embargo, bajo condiciones dietéticas usuales no se ha demostrado que la interacción con esos minerales afecte los requerimientos de zinc (126).

Hay datos experimentales inconsistentes sobre los efectos de la administración de fosfatos o proteínas sobre la biodisponibilidad de zinc, indicando cierta inhibición (127) o ninguna interferencia (128, 129).

La ingestión de bebidas alcohólicas parece reducir la absorción intestinal de zinc.

Metas Nutricionales

Si la dieta habitual incluye regularmente alimentos de origen animal con 5 mg de zinc altamente biodisponible por 1,000 kcal (1.2 mg/MJ), la ingestión de suficientes alimentos para llenar los requerimientos de energía aportará cantidades adecuadas del mineral para toda la familia, excepto para mujeres embarazadas y lactantes. Estas mujeres deben consumir porciones más abundantes de los alimentos ricos en zinc, o dietas que provean 6.5 mg de zinc/1,000 kcal (1.6 mg/MJ).

Si la dieta no incluye en forma regular alimentos ricos en zinc altamente biodisponible, debe aportar 7.5 mg de zinc con menor biodisponibilidad por cada 1,000 kcal (1.8 mg/MJ). Las mujeres embarazadas y lactantes deben ingerir dietas de este tipo que aporten 10 mg zinc/1,000 kcal (2.4 mg/MJ).

Yodo

Consideraciones Generales

El yodo forma parte de las hormonas tiroideas, tiroxina y triyodotironina. El cuerpo del adulto contiene 10-50 mg de yodo, 70-90% del cual está en la glándula tiroides, ligado a tiroglobulina.

Los requerimientos de este mineral son muy pequeños, ya que el yodo que se secreta en el tubo digestivo es totalmente reabsorbido y la dieta sólo debe reponer lo poco que se excreta por la orina. Aún así, la deficiencia de yodo es común en países donde no se fortifica algún vehículo alimentario --generalmente la sal común--, pues muchas dietas no contienen este mineral (130).

La deficiencia de yodo produce un aumento del tamaño de la glándula tiroides, que cuando afecta a una proporción grande de población es llamado bocio endémico. La deficiencia severa de yodo en mujeres embarazadas resulta en una deficiencia severa en sus hijos recién-

nacidos que, si no se trata pronto con yodo suplementario, puede dar origen a cretinismo o trastornos serios en el crecimiento físico y desarrollo mental de los niños.

Requerimientos Nutricionales

En adultos, una excreción urinaria de yodo menor de 50 mcg por gramo de creatinina está asociada con riesgo de hipotiroidismo, mientras que las excreciones urinarias por encima de esa cifra permiten una función tiroidea normal (131, 132). Esto equivale a ingestiones del orden de 60-75 mcg l/día, lo cual es el requerimiento del mineral para adultos. Niños amamantados en forma exclusiva con leches que contienen 30-40 mcg l/litro crecen sin signos de deficiencia. Los requerimientos de niños mayores se pueden calcular a partir de las cifras para adultos por 1,000 kcal.

Recomendaciones Dietéticas

Las recomendaciones para infantes menores de 4 meses se han estimado de la cantidad de yodo ingerida en la leche materna por niños sanos, más el doble del coeficiente de variación. Para adultos se recomienda el doble del requerimiento estimado. Para infantes mayores y preescolares, se han extrapolado de las recomendaciones para adultos, en relación a los requerimientos de energía dietética (15, 18).

El Cuadro 12 (página 111) muestra las RDD de yodo, basadas en las cifras propuestas por el comité de Estados Unidos (15).

Fuentes Alimentarias

Las principales fuentes alimentarias de yodo son los mariscos, peces marinos y algas marinas. El contenido de yodo de otros productos animales, como carnes, huevos y leche, y de diversos productos vegetales es muy variable, dependiendo del contenido de yodo en la tierra y en los alimentos para los animales, y del procesamiento de alimentos para humanos. En general, los alimentos no marinos tienen poco yodo en Centro America.

Algunas fuentes adventicias pueden aumentar marcadamente la cantidad de yodo en la dieta. Estas incluyen los desinfectantes yodados que se usan en la industria lechera, ciertos preservativos y colorantes de alimentos, y los yodatos usados en algunos lugares para oxidar la masa para hacer pan.

La fuente más común de yodo en casi todos los países de América Latina es la sal común (cloruro de sodio) fortificada con este mineral en forma de yodato o yoduro.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

Se ha calculado que entre 20 y 60% del yodo dietético se puede perder durante la cocción, ebullición o asado de los alimentos

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 80 mcg de yodo por 1,000 kcal (20 mcg/MJ) llenará las RDD de yodo para toda la familia. A menos que la dieta incluya regularmente mariscos y peces marinos, generalmente es necesario ingerir sal o vehículos fortificados con yodo.

Cobre

Consideraciones Generales

El cobre forma parte de varias metaloenzimas que catalizan reacciones de óxido-reducción involucradas en eritropoyesis, formación de tejidos conectivos, síntesis de catecolaminas y fosforilación oxidativa. La deficiencia dietética de cobre es sumamente rara bajo condiciones normales, y generalmente es de tipo iatrogénica, como en casos de alimentación parenteral prolongada con soluciones sin cobre, o secundaria a alteraciones renales, gastrointestinales o hipoproteinemia severa.

La deficiencia de cobre en niños desnutridos aparentemente produce anemia, neutropenia y desmineralización de los huesos (133), y puede interferir con el crecimiento de niños bajo tratamiento por desnutrición proteínico-energética (134).

Algunos estudios han sugerido una relación entre dietas bajas en cobre y alteraciones en la tolerancia a la glucosa, elevación del colesterol plasmático y anomalías cardíacas, pero otros estudios no lo han confirmado.

Requerimientos Nutricionales

No hay información adecuada sobre los requerimientos de cobre en humanos, aunque un grupo de expertos de FAO/OMS sugirió recientemente un *requerimiento normativo* para preescolares de 0.23 mg/día, con un coeficiente de variación de 15% (19, 125).

Recomendaciones Dietéticas

Para infantes las RDD se han estimado de la ingestión de cobre de niños amamantados en forma exclusiva, que crecen bien sin manifestaciones de deficiencia (15), o en forma factorial basada en estimaciones del contenido tisular de cobre, pérdidas endógenas y absorción intestinal (18). Para preescolares se ha hecho extrapolaciones basadas en el peso corporal (18).

Los cálculos factoriales para adultos, basados en la eficiencia de absorción de cobre y en las pérdidas cutáneas y urinarias, dan cifras que sobrepasan la ingestión de muchas personas que no muestran alteraciones bioquímicas ni clínicas (15). Ante ello en Estados Unidos se ha hecho recomendaciones de "niveles de ingesta libres de riesgo", basadas en la ingestión habitual de cobre en poblaciones sanas de adultos y niños (15).

Mientras se publican las últimas recomendaciones internacionales (19), se sugiere aceptar las sugeridas por el comité de expertos del Reino Unido (18), que se muestran en el Cuadro 12 (página 111).

Para que infantes que no son amamantados alcancen ingerir las RDD sugeridas, la Academia Americana de Pediatría (135) ha recomendado que las

fórmulas infantiles se fortifiquen para proveer 60 mcg de cobre/100 kcal (72 mcg/500 kJ), equivalente a alrededor de 0.4-0.5 mg/litro.

Fuentes Alimentarias

Las mejores fuentes son las vísceras, particularmente el hígado, seguidas por los mariscos, nueces y diversas semillas. La leche de mujeres bien nutridas contiene cantidades importantes del mineral, aunque decaen de 0.6 a 0.2 mg/litro en los primeros 6 meses de lactancia (136). La leche de vaca, en cambio, sólo contiene alrededor de 0.1 mg/litro.

Algunas fuentes adventicias pueden hacer contribuciones importantes del mineral que se ingiere, como el agua con cierta acidez que circula por tuberías de cobre y los fungicidas con cobre que se usan en agricultura.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Procesamiento:** Los procesos de molienda de granos, refinado de azúcar y cereales, y extracción de aceites, producen pérdidas de cobre hasta de 90%.
- ❑ **Biodisponibilidad:** Las concentraciones altas de fibra dietética y fitatos interfieren con la absorción de cobre. Sin embargo, dietas a base de cereales con 14% de fibra dietética y 1% de fitatos no producen efectos adversos sobre los niveles tisulares de cobre.

La ingestión de vitamina C en altas dosis (alrededor de 600 mg/día) reduce la concentración de ceruloplasmina en el suero (137), y la ingestión de zinc en cantidades ligeramente mayores que las RDD reduce la retención de cobre (138). Aunque en humanos no se ha demostrado que el tipo de carbohidratos en la dieta interfiera con la absorción y metabolismo de cobre, la fructosa tiene ese efecto en ratas (139).

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 0.5 mg de cobre por 1,000 kcal (0.12 mg/MJ) llenará las RDD de cobre para toda la familia.

Selenio

Consideraciones Generales

El selenio forma parte de la enzima glutatión-peroxidasa, la cual evita la producción de radicales libres oxigenados que oxidan los ácidos libres poliinsaturados, incluyendo los de las membranas celulares. Esta función antioxidante del selenio está relacionada con la de la vitamina E.

La deficiencia de selenio está asociada con la cardiomiopatía llamada enfermedad de Keshan. Aunque se ha propuesto que un virus cardiotóxico está involucrado, parece que la deficiencia de selenio predispone a esta enfermedad (140). En pacientes con alimentación parenteral libre de selenio se ha producido debilidad y molestias musculares.

Requerimientos Nutricionales

Se ha estimado los requerimientos de selenio de adultos por la respuesta enzimática a la suplementación con dosis progresivas, en hombres con deficiencia dietética del mineral (140). Los requerimientos de niños no se conocen y se han extrapolado de los datos para adultos, en base al peso corporal.

Recomendaciones Dietéticas

Las recomendaciones para niños se han calculado a partir de las de adultos, más una cantidad estimada arbitrariamente para el crecimiento. Comités de expertos de Estados Unidos (15) y el Reino Unido (18) han hecho sugerencias similares, del orden de 1.2-2.0 mcg/kg/día. En el Cuadro 12 (página 111) se usó un promedio de las RDD de esos dos comités.

Fuentes Alimentarias

Los mariscos hígado y riñones son las mejores fuentes de selenio. Las carnes y pescados marinos están en segundo lugar. Los cereales, leguminosas de grano y diversas semillas contienen cantidades muy variables del mineral, dependiendo de las características químicas de la tierra en que crecen. Las frutas y verduras usualmente contienen muy poco selenio. Se ha encontrado concentraciones de selenio en leche humana de 15-20 mcg/litro en Estados Unidos, y 6-8 mcg/litro en Finlandia y Nueva Zelanda.

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- ❑ **Procesamiento:** El refinamiento del azúcar reduce su contenido de selenio. Parte del contenido del selenio en los vegetales se pierde durante los procesos de fritura, cocido y enlatado. En la cocción, el selenio pasa al agua, especialmente cuando se usan volúmenes grandes de agua y alta temperatura. Las pérdidas son del orden de 35-45% en el pescado, 10-40% en carnes, cereales y otros vegetales, y 5-10% en los productos de cereales.
- ❑ **Biodisponibilidad:** El selenio ligado a sustancias orgánicas aparentemente se retiene mejor que el selenio inorgánico, pero ambas formas del mineral producen incrementos semejantes en la actividad de glutatión-peroxidasa (141).

Metas Nutricionales

Si ingieren suficientes alimentos para llenar sus requerimientos de energía, una dieta que provea 30 mcg de selenio por 1,000 kcal (7 mcg/MJ) llenará las RDD de selenio para toda la familia.

CUADRO 12

RECOMENDACIONES DIETÉTICAS DIARIAS DE VITAMINAS Y MINERALES
Sugeridas para mantener una buena nutrición en prácticamente toda la población

EDAD	A mcg ER	Tia mg	Rib mg	Nia mg EN	B6 mg	Fol mcg	B12 mcg	C mg	D mcg	E mg ET	Ca mg	P mg	Mg mg	Fe ^a		Zn ^a		I mcg	F mg	Cu mg	Se mcg
														A mg	B mg	A mg	B mg				
NIÑOS																					
meses:																					
0-2.9	350	0.2	0.3	4	0.2	17	0.1	20	8	3	500 ^b	300 ^b	30	c	c	2 ^b	3	40	0.3	0.2	10
3-5.9	350	0.2	0.3	4	0.2	25	0.1	20	8	3	500 ^b	300 ^b	45	7 ^a	10	3 ^b	5	40	0.3	0.3	10
6-11.9	350	0.4	0.4	6	0.4	35	0.1	20	7	4	500	300	60	10	10	4	6	50	0.5	0.3	12
años:																					
1-2.9	400	0.5	0.6	8	0.7	40	0.5	30	7	5	400	300	75	7	10	5	8	65	1.0	0.4	15
3-6.9	400	0.7	0.8	11	0.9	65	0.8	35	5 ^d	6	500	400	110	7	10	7	10	85	1.5	0.6	20
7-9.9	400	0.8	1.0	13	1.0	100	0.9	40	e	7	800	600	160	8	12	7	10	120	2.0	0.7	30
HOMBRES																					
10-11.9	500	0.9	1.1	15	1.2	100	1.0	45	d	9	1000	800	200	8	12	9	14	150	2.0	0.8	35
12-13.9	600	1.1	1.2	16	1.4	170	1.0	50	d	10	1000	800	250	12	18	12	18	150	2.0	0.9	45
14-17.9	600	1.1	1.4	19	1.5	185	1.0	60	d	10	1000	800	340	10	15	12	18	150	2.0	1.0	60
18-64.9	600	1.2	1.5	20	1.4	200	1.0	60	d	10	1000	800	310	8	11	12	18	150	3.0	1.2	70
65+	600	0.9	1.2	15	1.4	200	1.0	60	10	8	800 ^e	600 ^e	300	8	11	12	18	150	3.0	1.2	70
MUJERES																					
10-11.9	500	0.8	1.0	13	1.0	100	1.0	45	d	8	1000	800	220	8	12	9	14	150	2.0	0.8	40
12-13.9	600	0.9	1.0	13	1.1	170	1.0	50	d	8	1000	800	260	13	20	9	14	150	2.0	0.9	45
14-17.9	500	0.9	1.1	14	1.2	170	1.0	60	d	8	1000	800	290	15	22	9	14	150	2.0	1.0	55
18-64.9	500	0.8	1.1	14	1.2	170	1.0	60	d	8	1000	800	240	16	24	9	14	150	3.0	1.2	60
65+	500	0.7	1.0	12	1.2	170	1.0	60	10	6	800 ^e	600 ^e	250	8	9	9	14	150	3.0	1.2	60
CANTIDADES ADICIONALES DURANTE:																					
EMBARAZO	100	0.1	0.3	2	0.1	200-300 ^g	0.4	10	10	2	200	150	40	h	h	3	5	25	--	--	5
LACTANCIA	350	0.2	0.5	3	0.3	100	0.3	30	10	3	400	300	75	3 ^h	4 ^h	6	9	50	--	0.3	15

- ^a A: Dieta con abundantes alimentos de origen animal. B: Dieta con predominio de alimentos vegetales.
- ^b RDD para niños alimentados exclusiva o primordialmente al pecho: 300 mg Ca, 125 mg P, 4.5 mg Fe, 1.3 mg Zn.
- ^c Necesidades de hierro son satisfechas por la disminución fisiológica de hemoglobina y la movilización de reservas corporales de hierro.
- ^d Entre 4 y 64 años: 5 mg vitamina D/día sólo donde la luz solar no es adecuada, y para individuos o grupos a riesgo de hipovitaminosis D.
- ^e Hasta 25 años: 1,000 mg Ca y 800 mg P/día. Después de 25 años: 800 mg Ca y 600 mg P/día.
- ^f RDD para mujeres que no menstrúan (e.g., después de menopausia o histerectomía): 6 mg/día con dieta A y 9 mg/día con dieta B.
- ^g Durante los últimos 2 trimestres del embarazo es necesario administrar folatos y hierro suplementarios en dosis farmacológicas. Con algunas dietas también es necesario durante la lactancia.
- ^h Equivalente a 9 o 13 mg Fe/día con dieta A o B para mujeres lactantes amenorreicas, y a 19 o 28 mg Fe/día para mujeres que están menstruando.

Flúor

Consideraciones Generales

Se encuentra en el cuerpo humano fundamentalmente como fluorapatita de calcio en dientes y huesos. Aunque no se ha demostrado que tenga una función esencial para los humanos, el flúor es necesario para la integridad del esmalte dentario y reduce la incidencia de caries dentales en niños. También se le ha atribuído un papel en la mineralización ósea, aunque esto no ha sido adecuadamente comprobado.

La ingestión de cantidades excesivas de flúor en forma prolongada es tóxica, produciendo fluorosis. En sus formas más leves produce un moteado en los dientes de los niños y si la ingestión excesiva (20-80 mg F/día) persiste por varios años, la fluorosis afecta los huesos y riñones, y altera diversas funciones musculares y nerviosas.

Requerimientos Nutricionales

No existe un requerimiento fisiológico de fluor, pero debido a su papel preventivo en la aparición de caries dentales, se ha hecho recomendaciones dietéticas de este oligoelemento.

Recomendaciones Dietéticas

El comité de expertos del Reino Unido (18) sólo ha hecho recomendaciones de 0.05 mg/kg/día para infantes y preescolares de corta edad. En Estados Unidos se ha hecho recomendaciones tentativas para todas las edades en forma de intervalos, que van de 0.1-0.5 mg/día para infantes, hasta 1.5-4.0 mg/día para adultos (15). En el Cuadro 12 se sugiere usar como RDD el punto medio de los intervalos que se muestran en el Cuadro 13 (página 117).

Fuentes Alimentarias

El flúor se encuentra en cantidades minúsculas pero muy variables en la tierra, fuentes de agua y alimentos animales y vegetales. La mayoría de las aguas contienen de 0.05 a 1.5 ppm (mg/litro), aunque algunas fuentes tienen 3 o más ppm y su consumo habitual puede llevar a formas leves de fluorosis. Las fuentes dietéticas más ricas en flúor son el té y los mariscos y peces marinos que, como las sardinas, se consumen con todo y huesos (142). Su contenido en verduras, cereales, frutas y carnes generalmente oscila entre 0.2 y 1.5 ppm (mg/kg).

En varios lugares donde hay deficiencia de flúor existen programas de fluoridación del agua, y en Centro América se está explorando la posibilidad de fortificar la sal común con fluoruros (143).

Modificaciones del Contenido y Biodisponibilidad en los Alimentos

- **Biodisponibilidad:** La ingestión de cantidades grandes de calcio y fósforo reducen la absorción de flúor. Asimismo, al aumentar el contenido de grasa en la dieta también se ha asociado a una disminución en la absorción de este mineral.

Otros

Oligoelementos

Existen otros minerales que participan en importantes reacciones metabólicas pero no ha sido posible determinar sus requerimientos en humanos. Se han hecho algunos estudios experimentales en adultos, usando técnicas de balance metabólico o de depleción, pero es difícil hacer una cuantificación precisa de los requerimientos debido a las pequeñas cantidades involucradas y a la contaminación adventicia de los alimentos, agua y excretas con algunos

de esos oligoelementos. También se han hecho observaciones en pacientes con alimentación parenteral prolongada y en niños prematuros.

Algunos comités nacionales de expertos han presentado RDD tentativas, como intervalos de valores en vez de cifras específicas, las cuales no siempre coinciden. Así, las ingestiones diarias de manganeso, cromo y molibdeno sugeridas por el Reino Unido (18) para infantes y preescolares son entre 3 y 8 veces menores que las sugeridas en Estados Unidos (15).

Ante ello, con base en las cifras más bajas y más altas propuestas recientemente en ambos países, en el Cuadro 13 (página 117) se muestran intervalos de valores tentativamente sugeridos como RDD.

□ **Manganeso**

El cuerpo de un adulto contiene 12-20 mg de manganeso (Mn), la mayoría intracelular. Alrededor de 25% está en los huesos y el resto es intracelular.

El manganeso se encuentra en las metaloenzimas mitocondriales piruvato-carboxilasa y superóxido-dismutasa. Además actúa como activador no específico de otras enzimas, tales como decarboxilasas, hidrolasas y kinasas. Aunque su deficiencia ha producido diversas alteraciones en animales de laboratorio, en humanos sólo se ha producido experimentalmente dos veces y sin manifestaciones clínicas muy claras (144).

Las principales fuentes alimentarias de Mn son los cereales y sus productos, y en segundo término, varias frutas y verduras. Sin embargo, no se conoce el grado de su biodisponibilidad. Los productos lácteos, incluyendo la leche humana, contienen muy poco Mn.

□ **Cromo**

La función fisiológica principal del cromo es como un cofactor que potencia la acción de la insulina (145). También se le ha atribuido funciones en el metabolismo de lipoproteínas, mantenimiento de la estructura de ácidos nucleicos y expresión genética. Existen informes de tres pacientes con alimentación parenteral prolongada y deficiencia de cromo, quienes desarrollaron resistencia a la insulina y neuropatía central o periférica. También se ha informado sobre alteraciones en la tolerancia a la glucosa que responden

a la administración de cromo en niños desnutridos y algunos pacientes con diabetes moderada. Sin embargo, no hay evidencia de que la deficiencia de cromo participe en la etiología de la diabetes mellitus (146).

Los datos sobre contenido de cromo en los alimentos publicados antes de 1980 deben ser evaluados con cautela debido al uso de técnicas analíticas inadecuadas y a posible contaminación con el mineral (18). Las principales fuentes son la levadura de cerveza, carnes, cereales integrales, leguminosas de grano y nueces.

□ **Molibdeno**

El molibdeno forma parte de las oxidasas de xantina, aldehídos y sulfitos, involucradas en el metabolismo del ácido deoxiribonucleico y de sulfitos (147).

La administración de molibdeno resolvió las alteraciones presentadas por un paciente con alimentación parenteral prolongada que había desarrollado intolerancia a aminoácidos, excreción urinaria elevada de xantinas y sulfitos, irritabilidad y coma. También se ha informado sobre un raro error congénito del metabolismo con una deficiencia de sulfito-oxidasa y xantino-dehidrogenasa, debido a la falta de un cofactor de Mo, la molibdopterina. Estos pacientes tienen serias alteraciones neurológicas, dislocación del cristalino y retraso mental (147).

Numerosos alimentos contienen pequeñas cantidades de molibdeno, pero su concentración varía dependiendo de las condiciones del suelo en que fueron cultivados y del agua regada o bebida por los animales. Los alimentos que parecen contribuir con más molibdeno a la dieta en los Estados Unidos son la leche, frijoles, panes y cereales (15). En ese país, la ingestión de agua de la mayoría de las fuentes públicas aporta entre 2 y 8 mcg/día de Mo. La leche humana contiene muy poco Mo, proveyendo alrededor de 1.5 mcg/día (148).

□ **Cobalto**

El cobalto es parte constitutiva de la vitamina B₁₂. Aunque la deficiencia de este mineral se ha demostrado en rumiantes que dependen grandemente de su flora bacteriana para la síntesis de la vitamina, no hay evidencia de que el cobalto sea un factor limitante en la dieta de los humanos (149).

□ Otros Minerales

Hay una variedad de otros minerales cuya esencialidad para humanos no se ha logrado probar, pero se puede sospechar por los resultados de estudios en otras especies animales o, como el cobalto, porque forman parte constitutiva de sistemas enzimáticos. Sin embargo, no se ha demostrado que su deficiencia produzca alteraciones en los humanos y no existe información que permita hacer recomendaciones nutricionales, aunque sea en forma tentativa (15, 18). Tales minerales incluyen al arsénico, boro, cadmio, estaño, litio, níquel, plomo, sílice y vanadio (15).

CUADRO 13

INTERVALOS DE RECOMENDACIONES DIETÉTICAS DIARIAS
TENTATIVAS PARA VARIOS OLIGOELEMENTOS^{ab}

Edad	Manganeso mg/d	Flúor mg/d	Cromio mcg/d	Molibdeno mcg/d
0 - 5.9 meses	0.1 - 0.6	0.1 - 0.5	3 - 40	5 - 30
6 - 11.9 meses	0.1 - 1.0	0.2 - 1.0	4 - 60	10 - 40
1 - 3.9 años	0.2 - 1.5	0.5 - 1.5	8 - 80	15 - 50
4 - 6.9 años	0.3 - 2.0	1.0 - 2.5	10 - 120	20 - 75
7 - 9.9 años	0.4 - 3.0	1.5 - 2.5	20 - 200	30 - 150
10 - 18.9 años	0.8 - 5.0	1.5 - 2.5	25 - 200	50 - 250
19 y más años	1.4 - 5.0	1.5 - 4.0	25 - 200	50 - 400

^a Combinando los valores mínimo y máximo de intervalos propuestos en Estados Unidos (15) y el Reino Unido (18). Algunas cifras fueron aproximadas a múltiplos de 5.

^b Para convertir en unidades molares (SI), 1 mmol equivale a: 55 mg Mn, 19 mg F, 52 mg Cr, 95.9 mg Mb.

5. SODIO, POTASIO Y CLORO

Consideraciones Generales

Estos elementos usualmente son llamados "electrolitos", debido a sus funciones en la actividad eléctrica de las células, los potenciales eléctricos de las membranas celulares y la regulación del equilibrio ácido-básico. Tienen, además, otras funciones esenciales para la vida y la salud, que incluyen la regulación de la distribución de líquidos intra- y extracelulares. La transmisión de los impulsos nerviosos, el control de la contracción de músculos esqueléticos y cardíacos, el mantenimiento de la presión arterial normal, y la producción de jugo gástrico.

Debido a los mecanismos fisiológicos de regulación del sodio, potasio y cloruros en el organismo, y a la ubicuidad de estos elementos en los alimentos, bajo condiciones normales no se producen deficiencias dietéticas. Hay algunos informes de reducción en la ganancia de peso de niños alimentados con dietas experimentales, a las que inadvertidamente no se había agregado sodio y potasio. La principal causa de deficiencia de electrolitos, que se produce de forma aguda y debe ser resuelta en forma inmediata con dosis terapéuticas, son las pérdidas por diarrea y vómitos.

El consumo excesivo de sodio se ha asociado epidemiológicamente con una mayor incidencia de hipertensión arterial en los adultos. Su restricción en la dieta favorece el tratamiento de la hipertensión.

Requerimientos Nutricionales

Es difícil establecer los requerimientos de sodio, potasio y cloro, debido a que deben compensar las pérdidas a través de la piel, riñones e intestino, que varían grandemente por las condiciones climatológicas, el tipo, intensidad y duración de la actividad física, y la frecuencia con que se excretan heces acuosas voluminosas. La aclimatación y el entrenamiento físico reducen la sudoración, y las pérdidas excesivas por la piel y el tracto gastrointestinal tienden a ser compensadas por una mayor retención renal, sobre todo de sodio, por acción de la aldosterona. Los mecanismos renales compensan las pérdidas excesivas de potasio con menos eficiencia.

El Cuadro 14 muestra las estimaciones de los requerimientos mínimos calculados para personas sanas que viven bajo condiciones que inducen poca sudoración. Para el sodio, las estimaciones hechas para Estados Unidos (15) en base a 1 mmol (23 mg)/kg/día, son similares a las del Reino Unido (18), que asumen una reducción gradual con la edad de 1.4 a 0.7 mmol (32 a 16 mg)/kg.

Para el potasio, el comité estadounidense usó como base 2 mmol (78 mg)/100 kcal/día para infantes y preescolares, y los británicos una reducción gradual con la edad de 2.3 a 0.8 mmol (90 a 31 mg)/kg. Esto resulta en estimaciones estadounidenses más altas, especialmente entre los 6 meses y 10 años de edad.

Para los requerimientos de cloro, ambos comités aceptaron cifras equimolares a las de sodio, donde 1 mmol Cl = 35.5 mg, y 1 mmol Na = 23 mg, equivalente a una proporción en peso de Cl a Na de aproximadamente 1.5 a 1.

Recomendaciones Dietéticas

Es difícil proponer recomendaciones dietéticas de sodio, potasio y cloruros que sean válidas universalmente. Los requerimientos mínimos que se muestran en el Cuadro 14 pueden servir de base, ajustándolos cuando sea necesario a las condiciones climatológicas y de ejercicio, así como a la frecuencia e intensidad de los períodos de diarrea tan comunes en muchos países de América Latina.

CUADRO 14

REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ELECTROLITOS ESTIMADOS PARA INDIVIDUOS SANOS QUE NO SUDAN EXCESIVAMENTE (MG/DÍA)^a

Edad	Sodio		Potasio		Cloro	
	EUA	RU	EUA	RU	EUA	RU
0 - 5.9 meses	120	140	500	400	180	210
6 - 11.9 meses	200	200	700	425	300	300
1 - 2.9 años	265	200	1,200	450	425	300
3 - 6.9 años	325	280	1,450	600	525	430
7 - 9.9 años	400	350	1,600	950	600	550
10 - 17.9 años	500	520	2,000	1,800	750	800
18 y más años	500	575	2,000	2,000	750	900

- ^a Fuentes: Estados Unidos, EUA (15), y Reino Unido, RU (18).
1 mmol = 23 mg Na, 39.1 mg K, 35.5 mg Cl.

Fuentes Alimentarias

El **sodio** se encuentra en todos los alimentos. La sal común (cloruro de sodio, 39% de sodio) y los alimentos y bebidas que contienen diversas sales de sodio son la fuente principal de este elemento para niños destetados y adultos. Estudios en adultos de Gran Bretaña (150, 151), indicaron que sólo 10% del sodio ingerido era parte del contenido natural de los alimentos, mientras que 15% provenía de la sal agregada al cocinar o en la mesa, y 75% de la sal agregada durante el procesamiento y fabricación de los alimentos. Entre los alimentos procesados que con frecuencia contienen cantidades relativamente altas de sodio están los embutidos, carnes salitradas, pescado seco, muchos quesos y varios vegetales enlatados. El contenido de sodio en la leche humana (alrededor de 180 mg u 8 mmol/litro) y de otras especies (alrededor de 750 mg o 33 mmol/litro de leche de vaca) permite satisfacer las necesidades de este elemento para infantes y preescolares.

El **potasio** es más abundante que el sodio en los alimentos naturales. Aunque durante el procesamiento de algunos alimentos se agrega un poco de potasio, el efecto global del procesamiento es un aumento del sodio y una reducción del potasio de la dieta. Así, las principales fuentes dietéticas de potasio son la leche y los alimentos no procesados, especialmente frutas, numerosas verduras y carnes frescas. La leche humana contiene alrededor de 525 mg (13.5 mmol)/litro, y la de vaca alrededor de 1,400 mg (36 mmol)/litro.

La gran mayoría del **cloro** en la dieta proviene de la sal común (que contiene 61% de Cl), y una pequeña parte del cloruro de potasio (que contiene 48% de Cl). Sus fuentes dietéticas son las mismas que las del sodio, especialmente los alimentos procesados. La leche humana contiene alrededor de 350 mg (10 mmol)/litro, y la de vaca alrededor de 1,050 mg (30 mmol)/litro.

Metas Nutricionales

Por las razones antes expuestas, no es factible definir metas nutricionales para electrolitos que sean aplicables a todo tipo de condiciones ambientales y estilos de vida.

Debido a la asociación epidemiológica entre un alto consumo de sodio e hipertensión arterial, y al hecho de que muchos hábitos alimentarios se forman desde la infancia, se recomienda que se evite agregar sal común (NaCl) a las comidas ya preparadas y que los adultos limiten el consumo total de sal a 5 g diarios o a 10 g/día bajo condiciones de vida que produzcan sudoración profusa habitual (2, 9). Los niños deben ingerir cantidades proporcionalmente más bajas de sal, y los alimentos infantiles no deben tener sal agregada (10).

6. REFERENCIAS

1. Menchú MT, Arroyave G, Flores M (1973). *Recomendaciones Dietéticas Diarias para Centro América y Panamá*. Guatemala: INCAP.
2. Bengoa JM, Torún B, Béhar M, Scrimshaw N (eds) (1988). *Metas Nutricionales y Guías de Alimentación para América Latina. Bases para su desarrollo*. *Arch Latinoamer Nutr* 38:373-426.
3. FAO/OMS/UNU (1985). *Necesidades de Energía y Proteínas*. Serie Inf. Tecn. No. 724. Ginebra: OMS.
4. FAO/WHO (1980). *Los Carbohidratos en Nutrición Humana*. Estudios FAO Alim Nutr (Food Nutr Paper) 15, Roma: FAO.
5. FAO (1991). *Protein Quality Evaluation*. Report of Joint FAO/WHO Consultation. FAO Food Nutr Paper No. 51. Rome: FAO.
6. Torun B, Young VR, Rand WM (eds.) (1981). *Protein-Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data*. *Food Nutr. Bull., suppl 5*. Tokyo: United Nations University.
7. Rand WM, Uauy R, Scrimshaw NS (eds.) (1984). *Protein-Energy Requirement Studies in Developing Countries: Results of International Research*. *Food Nutr. Bull., Suppl 10*. Tokyo: United Nations University.
8. *Protein-Energy Requirements Under Conditions Prevailing in Developing Countries: Current Knowledge and Research Areas*. *Food Nutr. Bull., Suppl 1*. Tokyo: United Nations University (1979).
9. OMS (1990). *Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas*. Serie Inf. Técnicos 797. Ginebra: OMS.
10. O'Donnell A, Torún B, Caballero B, Lara E, Bengoa JM (eds.) (1994). *Alimentación del Niño de 0 a 5 años en América Latina*. Informe de Reunión de Expertos OPS/CESNI/Cavendes. (En prensa).
11. FAO/WHO (1978). *Las Grasas y Aceites en Nutrición Humana*. Estudios FAO Alim Nutr (Food Nutr Paper) 3, Roma: FAO.
12. WHO (1975). *Control of Nutritional Anemia with Special Reference to Iron Deficiency*. Tech. Rep. Ser. No. 580. Geneva: WHO.
13. FAO/WHO (1970). *Requirements of Ascorbic Acid, Vitamin D, Vitamin B12, Folate and Iron*. FAO Nutr Meetings Rep Ser 47, Rome: FAO.
14. FAO/OMS (1991). *Necesidades de Vitamina A, Hierro, Folato y Vitamina B12*. Estudios FAO Alim Nutr No. 23. Roma: FAO.
15. Food and Nutrition Board/National Research Council (USA) (1989). *Recommended Dietary Allowances*. 10th Edition. Washington, DC: National Academy Press.
16. Food and Nutrition Research Institute (Philippines) (1989). *Recommended Dietary Allowances for Filipinos, 1989 Edition*. Manila: Food and Nutrition Research Institute.

Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP

17. Ministry of National Health and Welfare (Canada) (1990). *Nutrition Recommendations*. Report of the Scientific Review Committee. Ottawa: Canadian Government Publishing Centre.
18. Department of Health (UK) (1991). *Dietary Reference Values for Food Energy and Nutrients for the United Kingdom*. Report on Health and Social Subjects 41. London: HMSO.
19. FAO/WHO (in press). *Trace Elements in Human Nutrition*. Rome: FAO.
20. FAO/WHO (1962). *Calcium Requirements*. FAO Nutr Meetings Rep Ser 30, Rome: FAO.
21. FAO/WHO (1967). *Requirements of Vitamin A, Thiamine, Riboflavine and Niacin*. FAO Nutr Meetings Rep Ser 41, Rome: FAO. WHO Techn Rep Series 362, Geneva: WHO.
22. International Dietary Energy Consultancy Group (1994). *Documentos de trabajo para Taller sobre Requerimientos de Proteínas y Energía*. Lausanne, Suiza: IDECG.
23. Torun B, Viteri FE (1981). Energy requirements of preschool children and effects of varying energy intakes on protein metabolism. *Food Nutr Bull, Suppl* 5:210-228.
24. Torun B, Davies PSW, Livingstone MBE, Paolisso M, Sackett R, Spurr GB (1994). *Energy requirements and dietary energy recommendations for children and adolescents 1-to-18 years old*. Documento de trabajo para Taller de IDECG sobre Requerimientos de Proteínas y Energía. Lausanne, Suiza: IDECG.
25. Schofield WN (1985). Predicting basal metabolic rate. New standards and review of previous work. *Hum. Nutr. Clin. Nutr.* 39C (suppl. 1):5-41.
26. WHO (1983). *Medición del Cambio del Estado Nutricional*. Ginebra: OMS.
27. Pineda O, Torún B, Viteri FE, Arroyave G (1981). Protein quality in relation to estimates of essential amino acid requirements. En: Bodwell CE, Adkins JS, Hopkins DT (eds), *Protein Quality in Humans: Assessment and In Vitro Estimation*. Westport, CT: Avi Publishing Co., p. 29-42
28. Torun B, Pineda O, Viteri FE, Arroyave G (1981). Use of amino acid composition data to predict protein nutritive value for children with specific reference to new estimates of their essential amino acid requirements. En: Bodwell CE, Adkins JS, Hopkins DT (eds), *Protein Quality in Humans: Assessment and In Vitro Estimation*. Westport, CT: Avi Publishing Co., p. 29-42.
29. Torun B (1988). Proteínas y aminoácidos: Características y satisfacción de requerimientos con dietas latinoamericanas. *Arch Latinoamer Nutr* 38:483-505.
30. Leung W-TW, Flores M (1961). *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina*. Guatemala: INCAP
31. Flores M, Menchú Mt, Lara MY (1971). *Valor Nutritivo de los Alimentos para Centro América y Panamá*. Guatemala: INCAP
32. Bressani R, Elías LG. (1974) Legume Foods. In: Altschul AM (ed) *New Protein Foods*. Vol. 1A. Technology. New York: Academic Press, p. 230-297.
33. Bressani R, Elías LG. (1968) Processed vegetable protein for human consumption in developing countries. In: Chichester Co, Mrak Ew, Stewart GF (eds) *Advances in Food Research*. Vol. 16. New York: Academic Press, p 1-103.

34. Gómez-Brenes Ra, Bressani R, Braham JE (1983). Potencial nutritivo e industrial de nuevas fuentes de nutrientes vegetales. En: *Memorias de Conferencia sobre Interacción entre Producción Agrícola, Tecnología de Alimentos y Nutrición*. Guatemala: INCAP/Archivos Latinoamericanos de Nutrición, p. 269-295.
35. Elías LG, Colindres R, Bressani R. (1964) The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sineuris*). *Food Sci* 29:118-122.
36. El Amaranto y su Potencial, Boletines No. 1 y 4 (1984). Guatemala, INCAP/Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
37. Poey F (1983). Factores que determinan la producción y el valor nutritivo de cereales en Centroamérica. En: *Memorias de Conferencia sobre Interacción entre Producción Agrícola, Tecnología de Alimentos y Nutrición*, Guatemala: INCAP/Archivos Latinoamericanos de Nutrición, p. 73-90
38. FAO. Las Leguminosas en la Nutrición Humana. Informe FAO/OMS #20. Roma, 1982.
39. Elías LG. (1982) *Conocimientos actuales sobre el endurecimiento del frijol*. Arch. Latinoamericanos de Nutrición. 32:233.
40. Elías LG, Bressani R, Flores M. (1973) In: Potentials of Field Beans and Other Food Legumes in Latin America, Cali, Colombia, February 26, March 1, 1973. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 17-48. *Problems and Potentials in storage and Processing of Food Legumes in Latin America*.
41. Elías LG. *Efecto del Procesamiento de Alimentos sobre el valor nutritivo*. Alimentación y Nutrición en Centro América y Panamá. Análisis y Estrategias para su Desarrollo. Memorias de la reunión científica celebrada con motivo del XL Aniversario del INCAP, el 11 y 12 de septiembre de 1989.
42. Harris R, Karmas E. (1975) *Nutritional evaluation of food processing*, 2nd. edition. The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut, U.S.A.
43. Elías LG, Bressani R. Valor nutritivo de la proteína de la harina de tortilla y su mejoramiento por medio de fortificación en Centro América. (1972) En: Bressani R, Braham JE, Behan M. (Eds.) *Mejoramiento Nutricional del Maíz*. INCAP P. 172-194.
44. Elías LG. Efecto del procesamiento sobre el valor nutritivo del frijol y de sus preparaciones. (1970) En: *XVI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de cultivos Alimenticios (PCCMCA)*. Frijol. Antigua, Guatemala, p. 15-23.
45. Elías LG, de Fernández DG, Bressani R. (1979) Possible effects of seed coat polyphenols on the nutritional quality of bean protein. *J. Food Sci.*, 44:524-527.
46. Torún B (1985). Proteínas: Química, metabolismo y requerimientos nutricionales. En: Brunser O, Carrazza FR, Gracey M, Nichols BL, Senterre J (eds.), *Nutrición Clínica en la Infancia*. New York: Raven Press, p. 99-113.
47. Torún B, Durnin JVGA, Jarga C, Jequier E, Shetty PS (1992). Dietary protein/energy ratios for various ages and physiological states. En: Scrimshaw WS, Schurch B (eds), *Protein-Energy Interactions*. Lausanne, Switzerland: IDECG, p. 379-384.
48. Macdonald I (1987). Metabolic requirements for dietary carbohydrates. *Am J Clin Nutr* 45:1193-1196.
49. Torun B, Solomons NW, Viteri FE (1979). Lactose malabsorption and lactose intolerance: Implications for general milk consumption. *Arch Latinoam Nutr* 29:445-494.

Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP

50. Scrimshaw NS, Murray E (1988). Tolerancia a la lactosa y el consumo de leche: Mitos y realidades. *Arch Latinoam Nutr* 38:543-567.
51. British Nutrition Foundation (1990). *Complex Carbohydrates in Foods*. London: Chapman and Hall.
52. Jansen GR (1980). A consideration of allowable fibre levels in weaning foods. *Food Nutr Bull* 2(4):38-47.
53. Torun B, Chew F (1991). Practical approaches towards dietary management of acute diarrhoea in developing communities. *Trans Roy Soc Trop Med Hygiene* 85:12-17.
54. Lajolo FM, Menezes EW, Filisetti-Cozzi TMCC (1988). Considerações sobre carboidratos e fibra. *Arch Latinoamer Nutr* 38:519-542.
55. Bosch V, Lara-Pantín E (1988). Las grasas en la dieta. *Arch Latinoamer Nutr* 38:506-518.
56. Lifshitz F (1992). Children on Adult Diets: Is it harmful? Is it healthful? *J Am Coll Nutr* 11(suppl):845-90s
57. WHO (1985). *The Quantity and Quality of Breast Milk: Report on the WHO Collaborative Study on Breast-Feeding*. Geneva: WHO.
58. Bieri JG, McKenna MC (1981). Expressing dietary values for fat-soluble vitamins: Changes in concepts and terminology. *Am J Clin Nutr* 34:289-295.
59. Belavady B, Gopalan C (1959). Chemical composition of human milk in poor Indian women. *Ind J Med Res* 47:234-245.
60. Leaf For Life/Find Your Feet (1990). *The composition and nutritional value of leaf concentrate* (mimeographed). London: Find Your Feet.
61. Kennedy D (1990). *Manual de producción del concentrado de la hoja verde*. Lexington, KY: Find Your Feet, USA.
62. Brandáo CTT (1989). *Alimentação Alternativa*. Brasília: Ministerio da Saúde, Divisão Nacional de Educação para a Saúde.
63. Torún B (1988). Fortificación y enriquecimiento de alimentos: Consideraciones sobre su uso para alcanzar las metas nutricionales. *Arch Latinoamer Nutr* 38:647-655.
64. Nail PA, Thomas MR, Eakin BS (1980). The effect of thiamin and riboflavin supplementation on the level of those vitamins in human breast milk and urine. *Am J Clin Nutr* 33:198-204.
65. Department of Health and Social Security (1977). *The Composition of Mature Human Milk*. Reports on Health and Social Subjects, 12. London: HMSO.
66. McCormick DB (1988). Riboflavin. En: Shils ME, Young VR (eds), *Modern Nutrition in Health and Disease*, 7a ed. Philadelphia: Lea & Febiger, p. 362-369.
67. INCAP (1969). *Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá*. Publicaciones INCAP V-25, V-26, V-27, V-28, V-29 y V-30. Guatemala: INCAP.
68. Campbell CT, Brun T, Chen J, Feng Z, Parpia B (1990). Questioning riboflavin recommendations on the basis of a survey in China. *Am J Clin Nutr* 51:436-445.

69. Horwitt MK, Harvey CC, Rothwell WS, Cutler JL, Haffron D (1956). Tryptophan-niacin relationships in man. Studies with diets deficient in riboflavin and niacin, together with observations on the excretion of nitrogen and niacin metabolites. *J Nutr* 60, suppl 1:1-43.
70. Horwitt MK, Harper AE, Henderson LM (1981). Niacin-tryptophan relationships for evaluating niacin equivalents. *Am J Clin Nutr* 34:423-427.
71. Kodicek E, Braude R, Kon SK, Mitchell KG (1956). The effect of alkaline hydrolysis of maize on the availability of its nicotinic acid to the pig. *Br J Nutr* 10:51-67.
72. Kodicek E (1976). Some problems connected with the availability of niacin in cereals. *Biblio Nutr Dieta* 23:86-87.
73. Carter EGA, Carpenter KJ (1982). The bioavailability for humans of bound niacin from wheat bran. *Am J Clin Nutr* 36:855-861.
74. Coursin DB (1954). Convulsive seizures in infants with pyridoxine deficient diets. *J Am Med Ass* 154:406-408.
75. Coursin DB (1964). Vitamin B6 metabolism in infants and children. *Vitam Horm* 22:755-786.
76. Bender DA (1989). Vitamin B6 requirements and recommendations. *Eur J Clin Nutr* 43:289-309.
77. Asfour R, Wahbeh N, Waslien CI, Guindi S, Darby WJ (1977). Folic acid requirements of children. III. Normal infants. *Am J Clin Nutr* 30:1098-1105.
78. Truswell AS (1984). Folate. *J Food Nutr* 41:143-154.
79. Halsted CH (1979). The intestinal absorption of folates. *Am J Clin Nutr* 32:846-855.
80. Herbert V (1990). Vitamin B12. En: *Present Knowledge in Nutrition*, 6a ed. Washington DC: International Life Science Institute – Nutrition Foundation, p. 170-178.
81. Jathar VS, Kamath SA, Parikh MN, Rege DV, Satoskar RS (1970). Maternal milk and serum vitamin B12, folic acid and protein levels in Indian subjects. *Arch Dis Childh* 45:236-241.
82. Collins RA, Harper AE, Schreiber M, Elvehjem CA (1951). The folic acid and vitamin B12 content of the milk in various species. *J Nutr* 43:313-321.
83. Jadhav M, Webb JKG, Vaishnava S, Baker SJ (1962). Vitamin B12 deficiency in Indian infants: A clinical syndrome. *Lancet* 2:903-907.
84. Srikantia SG, Reddy V (1967). Megaloblastic anaemia of infancy and vitamin B12. *Brit J Haemat* 13:949-953.
85. Specker BL, Black A, Allen L, Morrow F (1990). Vitamin B12: Low milk concentrations are related to low serum concentrations in vegetarian women and to methyl-malonic aciduria in their infants. *Am J Clin Nutr* 52:1072-1076.
86. Hodges RE, Ohlson MA, Bean WB (1958). Pantothenic acid deficiency in man. *J Clin Invest* 37:1642-1657.
87. Hodges RE, Bean WB, Ohlson MA, Bleiler B (1959). Human pantothenic acid deficiency produced by omega-methylpantothenic acid. *J Clin Invest* 38:1421-1425.

Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP

88. Baugh CM, Malone JW, Butterworth, Jr, CE (1968). Human biotin deficiency. A case history of biotin deficiency induced by raw egg consumption in a cirrhotic patient. *Am J Clin Nutr* 21:173-182.
89. McClain CJ (1983). Biotin deficiency complicating parenteral alimentation. *J Am Med Assoc* 250:1028.
90. Levine M (1986). New concepts in the biology and biochemistry of ascorbic acid. *N Engl J Med* 314:892-902.
91. Goldsmith GA (1961). Human requirements for vitamin C and its use in clinical medicine. *Ann NY Acad Sci* 92:230-245.
92. Rajalakshmi R, Doedhar AD, Ramakrishnan CV (1965). Vitamin C secretion during lactation. *Acta Paediatr Scand* 54:375-382.
93. Sowers MFR, Wallace RB, Lemke JH (1985). The association of intakes of vitamin D and calcium with blood pressure among women. *Am J Clin Nutr* 42:135-142.
94. Jeans PC, Stearns G (1938). Human requirement of vitamin D. *J Am Med Assoc* 111:703-711.
95. Jeans PC (1950) Vitamin D: Council on Foods and Nutrition. *J Am Med Assoc* 143:177-181.
96. Reeve LE, Chesney RW, DeLuca HF (1982). Vitamin D of human milk: Identification of biologically active forms. *Am J Clin Nutr* 36:122-126.
97. Tsang RC (1983). The quandary of vitamin D in the newborn infant. *Lancet* 1:1370-1372.
98. American Academy of Pediatrics (1985). Composition of Human Milk: Normative Data. En: *Pediatric Nutrition Handbook*, 2a ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics. Appendix K, p. 363-368.
99. Oski FA, Barnes LA (1967). Vitamin E deficiency: A previously unrecognized cause of hemolytic anemia in the premature infant. *J Pediatr* 70:211-220.
100. Bieri JG, Corash L, Hubbard VS (1983). Medical uses of vitamin E. *N Engl J Med* 308:1063-1071.
101. Muller DP (1986). Vitamin E - Its role in neurological function. *Postgrad Med J* 62:107-112.
102. International Union of Nutritional Sciences, Committee on Nomenclature (1987). Nomenclature policy: Generic descriptors and trivial names for vitamins and related compounds. *J Nutr* 117:7-14.
103. Department of Health and Social Security, United Kingdom (1980). *Artificial Feeds for the Young Infant*. HMSO Reports on Health and Social Subjects, 18. London: HMSO.
104. Farrell PM, Zachman PM, Gutcher GR (1985). Fat soluble vitamins A, E and K in the premature infant. En: Tsang RE (ed), *Vitamin and Mineral Requirements in Preterm Infants*, New York: Marcel Dekker, p. 63-98.
105. Roberts DCK (1986). Vitamin E. *J Food Nutr* 43:46-60.
106. Shearer MJ, McCarthy PT, Crampton OE (1988). The assessment of human vitamin K status from tissue measurements. En: Suttie JW (ed), *Current Advances in Vitamin K Research*. New York: Elsevier, p. 437-452.
107. Suttie JW, Mumma-Schendel LL, Shah DV, Lyle BJ, Greger JL (1988). Vitamin K deficiency from dietary vitamin K restriction in humans. *Am J Clin Nutr* 47:475-480.

-
108. American Academy of Pediatrics (1985). *Pediatric Nutrition Handbook*, 2a ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics.
 109. Heaney RP, Gallagher JC, Johnston CC, Neer R, Parfitt AM, Whedon GD (1982). Calcium nutrition and bone health in the elderly. *Am J Clin Nutr* 36:986-1013.
 110. Heaney RP, Sarille PD, Recker RR (1975). Calcium absorption as a function of calcium intake. *J Lab Clin Med* 85:881-890.
 111. Spencer H, Kramer L, Osis D (1988). Do protein and phosphorus cause calcium loss? *J Nutr* 118:657-660.
 112. Johnston CC Jr, Miller JZ, Seemenda CW, Reister TK, Hui S, Christian JC, Peacock M (1992). Calcium supplementation and increases in bone mineral density in children. *New Engl J Med* 327:82-87.
 113. Villar, Belizan JM (1986). Calcium during pregnancy. *Clin Nutr* 5:55-62.
 114. Debognie JC, Newcomer AD, McGill DB, Phillips SF (1975). Absorption of nutrients in lactase deficiency. *Dig Dis Sci* 24:225-231.
 115. Caballero B, Solomons NW, Torun B, Pineda O (1986). Calcium metabolism in children recovering from severe protein-energy malnutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 5:740-745.
 116. Rowe JC, Wood DH, Rowe DW, Raisz LG (1979). Nutritional hypophosphatemic rickets in a premature fed breast milk. *N Engl J Med* 299:293-296.
 117. Lotz M, Zisman E, Bartter FC (1968). Evidence for a phosphorus-depletion syndrome in man *N Engl J Med* 278:409-415.
 118. Shils ME (1969). Experimental production of magnesium deficiency in man. *Ann NY Acad Sci* 162:847-855.
 119. Shils ME (1988). Magnesium in health and disease. *Ann Rev Nutr* 8: 429-460.
 120. Dallman PR, Siimes MA, Stekel A (1980). Iron deficiency in infancy and childhood. *Am J Clin Nutr* 33:86-118.
 121. Hallberg L, Björn-Rasmussen E (1981). Measurement of iron absorption from meals contaminated with iron. *Am J Clin Nutr* 34:2808-2815.
 122. Hallberg L, Björn-Rasmussen E, Rossander L, Suwanik R, Pleehachinda, R, Tuntawiroon, M (1983). Iron absorption from some Asian meals containing contamination iron. *Am J Clin Nutr* 37:272-277.
 123. Sandström B, Arvidsson B, Cederblad A, Björn-Rasmussen E (1980). Zinc absorption from composite meals. I. The significance of wheat extraction rate, zinc, calcium, and protein content in meals based on bread. *Am J Clin Nutr* 33:739-745.
 124. Sandström B, Cederblad A (1980). Zinc absorption from composite meals. II. Influence of the main protein source. *Am J Clin Nutr* 33:1778-1783.
 125. Calloway DH, Murphy S, Balderston J, Receveur O, Lein D, Hudes M (1992). *Village nutrition in Egypt, Kenya and Mexico: Looking across the CRSP projects*. Final report to the U.S. Agency for International Development, Washington, DC: AID.
 126. Solomons NW, Cousins RJ (1984). Zinc. En: Solomons NW, Rosenberg IH (eds), *Absorption and Malabsorption of Mineral Nutrients*. New York: Alan R. Liss, p. 125-197.
-

Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP

127. Sandstead, H (1985). Are estimates of trace element requirements meeting the needs of the user?. En: Mills CF, Bremmer I, Chesters JK (eds), *Trace Elements in Man and Animals*. Farnham Royal, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux, p. 875-878.
128. Lönnerdal, B (1987). Protein-mineral interactions. En: Levander OA (ed), *Nutrition*. Bethesda: American Institute of Nutrition, p. 32-36.
129. Greger JL (1988). Effect of variations in dietary protein, phosphorus, electrolytes and vitamin D on calcium and zinc utilization. En: Bodwell CE, Erdman JW Jr (eds), *Nutrient Interactions*. New York: Marcel Dekker, p. 205-227.
130. Koutras DA (1986). Iodine: Distribution, availability, and effects of deficiency on the thyroid. En: Dunn JT, Pretell EA, Daza CH, Viteri FE (eds.), *Towards the Eradication of Endemic Goiter, Cretinism, and Iodine Deficiency*. Washington DC: Pan American Hlth Org, p. 15-27
131. Querido A, Djokomoeljanto R, Van Hardeveld C (1974). The consequences of iodine deficiency for health. En: Dunn JT, Medeiros-Neto GA (eds), *Endemic Goiter and Cretinism: Continuing Threats to World Health*. Washington, DC: Pan American Health Organization, p. 8-14.
132. Mouloupoulou DS, Koutras DA, Mantzos J (1988). Iodine intake and thyroid function in normal individuals. En: Nagataki S, Torizuka K (eds), *The Thyroid*. New York: Elsevier, p. 283-286.
133. Cordano A, Baertl JM, Graham GG (1964). Copper deficiency in infancy. *Pediatrics* 34:324-336.
134. Castillo-Duran C, Uauy R (1988). Copper deficiency impairs growth of infants recovering from malnutrition. *Am J Clin Nutr* 47:710-714.
135. American Academy of Pediatrics (1985). Recommended ranges of nutrients in formulas. En: *Pediatric Nutrition Handbook*, 2a ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics. Appendix I, p. 356-357.
136. Vuori E, Kuitunen P (1979). The concentrations of copper and zinc in human milk. A longitudinal study. *Acta Paediatr Scand* 68:33-37.
137. Jacob RA, Skala JH, Omaye ST, Turnlund JR (1987). Effect of varying ascorbic acid intakes on copper absorption and ceruloplasmin levels of young men. *J Nutr* 117:2109-2115.
138. Festa MD, Anderson HL, Dowdy RP, Ellersieck MR (1985). Effect of zinc intake on copper excretion and retention in men. *Am J Clin Nutr* 41:285-292.
139. Fields M, Ferretti RJ, Smith JC Jr, Reiser S (1984). The interaction of type of dietary carbohydrates with copper deficiency. *Am J Clin Nutr* 39:289-295.
140. Yang G, Ge K, Chen J, Chen X (1988). Selenium-related endemic diseases and the daily selenium requirement in humans. *World Rev Nutr Diet* 55:98-152.
141. Thomson CD, Robinson MF, Campbell DR, Rea HM (1982). Effect of prolonged supplementation with daily supplements of selenomethionine and sodium selenite on glutathione peroxidase activity in blood of New Zealand residents. *Am J Clin Nutr* 36:24-31.
142. Walters CB, Sherlock JC, Evans WH, Read JI (1983). Dietary intake of fluoride in the United Kingdom and fluoride content of some foodstuffs. *J Sci Food Agric* 34:523-528

143. Organización Panamericana de la Salud (1986). *Primera Reunión de Expertos sobre Fluoración y Yodación de la Sal de Consumo Humano*, Antigua Guatemala, Noviembre 1986. Washington, DC: OPS.
144. Anonimo (1988) Manganese deficiency in humans: Fact or fiction. *Nutr Rev* 46:348-352.
145. Mertz W (1969). Chromium occurrence and functions in biological systems. *Physiol Rev* 49:163-239.
146. International Program on Chemical Safety/WHO (1988). *Chromium*. Environmental Health Criteria 61. Geneva: WHO.
147. Rajagopalan KV (1988). Molybdenum: An essential trace element in human nutrition. *Annua Rev Nutr* 8:401-427.
148. Casey CE, Neville MC (1987). Studies in human lactation. 3: Molybdenum and nickel in human milk during the first month of lactation. *Am J Clin Nutr* 45:921-926.
149. Smith RM (1987). Cobalt. En: Mertz W (ed), *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*, vol 1. London: Academic Press, p. 143-183.
150. Sanchez-Castillo CP, Branch WJ, James WP (1987). A test of the validity of the lithium-marker technique for monitoring dietary sources of salt in men. *Clin Sci* 72:87-94.
151. Sanchez-Castillo CP, Warrender S, Whitehead TP, James WP (1987). An assessment of the sources of dietary salt in a British population. *Clin Sci* 72:95-102.

GLOSARIO

Para facilitar la comprensión de este documento y evitar confusiones en su interpretación, se usará las acepciones de los términos que se describen a continuación.

Nutrientes biodisponibles. Nutrientes que pueden ser digeridos, absorbidos y utilizados por el organismo humano después de ingerir los alimentos que los contienen.

Requerimientos nutricionales. Cantidades de energía y nutrientes biodisponibles que un individuo sano debe ingerir para satisfacer sus necesidades biológicas. Se expresan como los valores adecuados para el **promedio** de un grupo determinado de individuos (por ejemplo, niños de cierta edad, mujeres embarazadas, etc.).

Recomendaciones dietéticas. Cantidades de energía y nutrientes que deben contener los alimentos consumidos para satisfacer los requerimientos nutricionales de todos los individuos de una población sana. Se basan en los requerimientos nutricionales, la **biodisponibilidad** del nutriente y, en la mayoría de los casos, el agregado de una cantidad adicional que representa un margen de seguridad para satisfacer las necesidades de **toda la población**, tomando en cuenta la variabilidad que existe entre individuos.

Metas nutricionales. Recomendaciones dietéticas ajustadas a una población específica para fomentar la salud, controlar las deficiencias o excesos y reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con la alimentación. Se expresan en relación a la cantidad total energía en la dieta (por ejemplo, gramos o miligramos de un nutriente por cada 1,000 kilocalorías) y se calculan en base a la dieta familiar para satisfacer los requerimientos de todos los miembros de la familia que ingieran esa dieta.

Guías de alimentación: Indicaciones de formas prácticas para alcanzar las metas nutricionales de una población específica. Se basan en la dieta habitual de la población, tomando en cuenta sus costumbres y condiciones biológicas, ecológicas, económicas, sociales y culturales.

Margen de seguridad: Cantidad adicional de nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos nutricionales de la mayoría, y no sólo del promedio, de un grupo de individuos.

Nivel seguro de ingestión: Requerimiento promedio con el agregado del margen de seguridad. Para la mayoría de nutrientes equivale a la recomendación dietética.

Fuentes de nutrientes: Alimentos crudos o procesados (en forma hogareña o industrial) que contienen los nutrientes que los seres humanos necesitan.

Suplementación de nutrientes: Administración de nutrientes adicionales a los provistos por los alimentos, generalmente en dosis farmacológicas.

Enriquecimiento de alimentos: Agregado de cantidades adicionales de uno más nutrientes a un alimento, para aumentar la concentración del nutriente y mejorar el valor nutritivo del alimento.

Fortificación de alimentos: Adición de uno o más nutrientes que no están presentes naturalmente en un alimento o en el agua, para usarlos como vehículo de administración del nutriente.

Hortalizas y Verduras: Constituyen un grupo muy variado de alimentos de origen vegetal, que se caracterizan por su alto contenido de agua, celulosa, minerales y vitaminas. Por lo general, se les llama hortalizas a los vegetales que se consumen crudos y se mantiene el nombre de verduras a los vegetales, que se cocinan antes de consumirlos.

Leguminosas o legumbres: Son las semillas contenidas en los frutos/vainas de plantas llamadas de modo general leguminosas; palabra que significa semilla comestible. El cultivo de este alimento es mundial, se produce desde los trópicos hasta las zonas más frías.

Alimento: Material que provee a un organismo las sustancias que requiere para satisfacer necesidades de mantenimiento, desarrollo, trabajo y restauración de tejidos corporales. Además, constituye un medio de placer y de bienestar.

Alimento básico: Alimentos de consumo habitual, que proporcionan a la colectividad una parte importante de su ingestión energética total, que constituyen un elemento importante del gasto familiar en alimentos.

Alimentación humana: Acciones orientadas al abastecimiento, distribución, preparación y consumo de alimentos.

Dieta: Tipo y cantidad de alimentos que ingiere un individuo o grupo de población en un período dado.

Ración: Parte o porción que se dá como alimento en cada comida.

Hábitos alimentarios: Modalidades de elección, preparación y consumo de los alimentos, por un individuo o grupo, como respuesta a influencias fisiológicas, psicológicas, culturales y sociales.

Patrones alimentarios: Marco de referencia del consumo de alimentos de un grupo de población, que refleja el tipo y cantidades de alimentos usualmente consumidos por la mayoría de individuos en un período determinado. Refleja aspectos culturales y del contexto, de manera que pueden ser modificados por circunstancias tales como: cambios en los precios, escasez, información, publicidad, creencias y otros.