

# TRES VITAMINAS PROBLEMATICAS EN AMERICA LATINA

Guillermo Arroyave<sup>1</sup>

San Diego, California, EUA

## RESUMEN

La lista de las vitaminas que actualmente se reconocen como esenciales en nutrición humana es extensa. Sin embargo, solamente a algunas de ellas se les atribuye un papel importante en salud pública. El presente documento trata de tres de estas últimas, teniendo en mente que en las circunstancias alimentarias y nutricionales de las poblaciones de la región latinoamericana, sus deficiencias aún son problemáticas. Estas son la vitamina A, la vitamina C y la vitamina D.

Se analizan las bases científicas de los requerimientos de cada una de estas vitaminas, así como las consideraciones de orden pragmático que puedan servir para derivar las recomendaciones más apropiadas de aportes diarios en la dieta.

Además, se hace referencia a la lógica de aplicar el concepto de *densidad de nutrientes* al tratar de elaborar guías nutricionales para la planificación de dietas para la familia o para grupos de población.

Una densidad adecuada de nutrientes significa que al consumir esas dietas en cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos de energía, también se están llenando las necesidades de todos y cada uno de los nutrientes esenciales. Por eso se trata aquí de seguir el principio de expresar los aportes diarios de vitamina A y vitamina C en relación a kilocalorías de la dieta.

Este no es el caso de la vitamina D, la que en vista de su especial característica de poder ser producida endógenamente, no es en realidad una vitamina en el sentido estricto del término y no puede, por consiguiente, establecerse una relación racional consistente con la energía de la dieta.

## INTRODUCCION

La lista de las vitaminas que en la actualidad se reconocen como

---

Manuscrito original recibido: 31-5-88.

<sup>1</sup> Ex-Jefe de la División de Química Fisiológica, y posteriormente, Coordinador Institucional del Programa de Adiestramiento Tutorial Avanzado del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá/Universidad de las Naciones Unidas (INCAP/UNU). Su dirección actual es: 2520 Clairemont Drive, Apartment 113, San Diego, California 92117, E.U.A.

esenciales en nutrición humana es extensa. Sin embargo, solamente a algunas de ellas se les atribuye un papel importante en salud pública. El presente documento hace énfasis sobre estas últimas, particularmente teniendo en mente las circunstancias alimentarias y nutricionales de las poblaciones subdesarrolladas en general, y de la Región Latinoamericana en particular. Lo relacionado con ácido fólico se trata en otro documento de esta publicación (Layrise *et al.*).

En el caso de cada vitamina, se analizan las bases científicas de sus requerimientos, así como las consideraciones de orden pragmático que puedan servir para derivar las recomendaciones de aportes diarios en las dietas más apropiadas.

Además, se hace referencia a la lógica de aplicar el concepto de densidad de nutrientes cuando se trata de elaborar guías nutricionales para la planificación de dietas destinadas a la familia o a grupos de población. Es evidente que al aplicar las cifras recomendadas de aportes dietéticos de vitaminas junto con las de proteínas, minerales y otros componentes, se está definiendo una dieta o "clase" de dieta con una concentración de cada nutriente que se considera adecuada. Esto significa que al consumir esas dietas en cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos de energía, también se están llenando las necesidades de todos y cada uno de los nutrientes esenciales. Por ese motivo, en este trabajo se trata de seguir el principio de expresar los aportes diarios en relación a kilocalorías de la dieta. Una excepción es la vitamina D, la cual —en vista de su especial característica de poder ser producida endógenamente—, no es en realidad una vitamina en el sentido estricto del término, y no puede, por consiguiente, establecerse una relación racional consistente con la dieta.

## VITAMINA A

### Introducción

La vitamina A es esencial para la visión, el crecimiento del sistema óseo, la diferenciación celular, la reproducción y la integridad del sistema inmune (1).

La actividad de vitamina A en la dieta proviene de vitamina A pre-formada (retinol) y de varios carotenoides precursores de vitamina A, entre los cuales destacan el beta-caroteno, el alfa-caroteno y la criptoxantina. El retinol está exclusivamente presente en los alimentos de origen animal, siendo las fuentes más ricas el hígado y los aceites de hígado de pescado. La leche, los huevos y los subproductos de éstos también son fuentes importantes. Los carotenoides nutricionalmente activos se encuentran en abundancia en las hojas de color verde oscuro, en verduras de color amarillo intenso (calabazas amarillas, zanahoria, camotes, etc.) y en ciertas frutas como la papaya y el mango (2).

### Unidades

Los aportes de vitamina A de los alimentos se expresan, en este documento, en términos de equivalentes de retinol (ER), derivados de la aplicación de factores de conversión sugeridos originalmente por un Grupo de

Expertos de FAO/OMS (1) y aceptados ahora ampliamente, sin modificación, por muchos países. Estos factores se basan en estimaciones de la biodisponibilidad de los diferentes compuestos. Se asume que el retinol se absorbe del tracto intestinal en un 100% y, una vez absorbido, se utiliza al nivel tisular completamente. En contraste, se acepta que, en promedio, solamente un tercio de los carotenoides de las dietas mixtas es absorbido. La eficiencia de conversión del beta-caroteno absorbido es 50%, estimándose que los otros carotenoides activos tienen la mitad de la potencia que el beta-caroteno.

En consecuencia y por definición, 1 ER corresponde a la actividad biológica de 1  $\mu\text{g}$  de retinol, de 6  $\mu\text{g}$  de beta-caroteno o de 12  $\mu\text{g}$  de los otros carotenoides activos. De donde, para calcular los ER de una dieta o de un alimento, se aplican las siguientes ecuaciones:

En el caso de que la dieta contenga retinol y caroteno,

$$\text{ER} = \mu\text{g retinol} + \frac{\mu\text{g beta-caroteno}}{6} + \frac{\mu\text{g otros carotenos}}{12}$$

Anteriormente se acostumbraba expresar la potencia de vitamina A en unidades internacionales (UI). De acuerdo a este sistema, 1 UI era provista por 0.3  $\mu\text{g}$  de retinol ó 0.6  $\mu\text{g}$  de beta-caroteno. Muchas tablas de composición de alimentos aún presentan el contenido de vitamina A en UI, por ejemplo las tablas de los Estados Unidos (2). En éstas, a falta de información más detallada sobre el contenido de beta-caroteno u otros carotenos, se asumía que "para propósitos prácticos", todo el caroteno era beta-caroteno. Para convertir las UI de estas tablas en ER, se derivan los siguientes factores:

- a) Si 1 UI es la potencia de 0.3  $\mu\text{g}$  de retinol, 1 ER es igual a 3.3 UI de actividad a partir de retinol.
- b) Si 1 UI es igual a 0.6  $\mu\text{g}$  de beta-caroteno, 1 ER (6  $\mu\text{g}$  de beta-caroteno), equivale a 10 UI de actividad de vitamina A provenientes de beta-caroteno.

Por ejemplo, si el contenido de vitamina A de una dieta es dado en UI y proviene de ambos retinol y caroteno, los equivalentes de retinol (ER) se calculan así:

$$\text{ER} = \frac{\text{UI de retinol}}{3.3} + \frac{\text{UI de beta-caroteno}}{10}$$

### Requerimientos y Bases de las Recomendaciones Dietéticas

**Adultos** — En el pasado, un tipo de evidencia para aproximar recomendaciones de aportes adecuados de vitamina A ha sido el análisis de la relación entre los niveles de vitamina A en la dieta de diversos grupos de población y la ausencia o existencia de deficiencia clínica o bioquímica. En términos muy generales, los aportes promedio de aproximadamente 1,000 ER son comunes en poblaciones industrializadas donde esencialmente no existe deficiencia (3).

Al presente, sin embargo, las mejores estimaciones de las necesidades de vitamina A se basan en las cantidades requeridas para: a) corregir la adaptación a la obscuridad anormal en sujetos depauperados, b) mantener las concentraciones de vitamina A en el plasma sanguíneo dentro de límites aceptados como normales y c) mantener una cantidad de vitamina A en el cuerpo. Esta debe ser suficiente para satisfacer todas las necesidades fisiológicas y asegurar una reserva que proteja al sujeto de deficiencia por varios meses, en caso de estar en una dieta carente de la vitamina o en condiciones de stress.

Dos estudios experimentales han sido particularmente reveladores en este sentido. El primero es el llamado experimento de Sheffield, que se condujo en adultos voluntarios en Inglaterra durante la Segunda Guerra Mundial (4). A pesar del limitado número de observaciones, este estudio indicó que un aporte de 400-450  $\mu\text{g}$  de retinol diarios (números redondos) durante cerca de dos meses, mejoró claramente la adaptación a la obscuridad y elevó un poco los niveles plasmáticos de individuos deficientes. Con aportes de 750  $\mu\text{g}$ , los niveles de retinol plasmáticos se mantuvieron constantes por el término de 14-17 meses en dos sujetos.

El segundo estudio es mucho más reciente y se llevó a cabo en los Estados Unidos (5) con voluntarios que fueron sometidos a un diseño de depauperación y recuperación. Los criterios empleados fueron la normalización de la adaptación a la obscuridad, el patrón del electroretinograma, los niveles plasmáticos, la ausencia de cualquier signo clínico de deficiencia y el mantenimiento de una reserva corporal de vitamina A adecuada. Un aporte de 600  $\mu\text{g}$  diarios no solo curó los signos clínicos sino mantuvo las concentraciones plasmáticas por arriba de 20  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , nivel mínimo asociado con reservas hepáticas. Un aporte de 1,200  $\mu\text{g}$  diarios mantuvo los niveles plasmáticos por arriba de 30  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Las observaciones metabólicas (se usó retinol marcado radioactivamente) permitieron sugerir, por cálculo, que un aporte promedio de 506  $\mu\text{g}$  para un hombre de 76 kg, y de 413  $\mu\text{g}$  para una mujer de 62 kg, parecían ser suficientes para mantener una reserva adecuada de vitamina A. Olson (6) define ésta como 20  $\mu\text{g}$  de retinol/g de hígado, lo que duraría alrededor de cuatro meses en condiciones de una dieta carente de la vitamina. En la proyección de estos datos, Olson asume un coeficiente de variación de 20% para los requerimientos y, sobre esa base, las cifras recomendadas que cubrirían las necesidades de "esencialmente todos los adultos." ( $\bar{x} + 2 \text{ DE}$ ). Según dicho autor, éstas resultan ser, en números redondos, 700 ER y 600 ER de retinol por día para el hombre y la mujer norteamericanos de referencia, respectivamente. Con base en estos mismos datos experimentales, el Comité Canadiense Oficial de Estándares Dietéticos recomienda 1,000 y 800 ER diarios para el hombre y la mujer adultos, respectivamente (7).

*Niños lactantes (infantes) y niños mayores* — El único otro grupo de edad que ha dado bases para proponer una ingesta recomendada de vitamina A es el infante de 0-6 meses. Estas bases son una estimación del consumo de leche materna por un infante alimentado al seno por una madre bien nutrida, y la concentración de retinol esperada para esa leche. Según FAO/OMS (1) las cifras a usar deben ser 850 ml y 49  $\mu\text{g}/\text{dl}$  respectivamente, lo cual resulta en una cifra redonda de 420  $\mu\text{g}/\text{día}$ . Sobre las mismas bases, Olson (6) usa las cifras promedio de 750 ml y 50  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , lo

que da 375  $\mu\text{g}/\text{día}$ , agregando que no cree que deba hacerse ningún ajuste por variabilidad individual, ya que la evidencia indica que esta cifra es más que amplia en todos los casos (6). Entre esas edades y la edad adulta, las recomendaciones se basan en extrapolación en relación al peso corporal esperado para los diferentes grupos etarios.

*Embarazo* — El grupo de expertos FAO/OMS de 1963 (1), estimó que las necesidades adicionales del embarazo por arriba de las de la mujer no embarazada son muy pequeñas, y no ameritaban proponer una recomendación diferente ya que el aporte de 750  $\mu\text{g}/\text{día}$  cubría ampliamente ese pequeño incremento. Otros expertos sí recomiendan algún aumento, ya sea durante todo el período de gestación (Canadá, por ejemplo (7)), sólo durante el tercer trimestre (6) o durante el segundo y el tercer trimestre (8).

En todo caso, si se propone un incremento para el embarazo, éste debe ser cuidadosamente sopesado debido a la especial susceptibilidad del feto a efectos tóxicos, particularmente durante la fase temprana de organogénesis (9).

*Lactancia* — Considerando la cantidad aproximada de leche materna secretada por día y su concentración de retinol aceptable como "normal", casi todos los grupos de expertos coinciden en recomendar un aporte adicional de aproximadamente 400  $\mu\text{g}$  equivalentes de retinol/día durante el período de lactancia activa y de demanda completa.

### **Comentario Interpretativo y Propuestas para Consideración del Taller sobre Guías Nutricionales**

Un análisis somero de la literatura pertinente (10) revela que con datos científicos similares, y hasta con base en los mismos datos, diversos grupos de expertos han llegado a proponer recomendaciones diarias de vitamina A que difieren substancialmente unas de otras. Esto viene a confirmar que dichas recomendaciones son el producto de una interpretación pragmática de la información incompleta disponible.

En este contexto general, creo que el orden de magnitud sugerido por el Grupo FAO/OMS de 1963 (1), se presta tan bien como otros para iniciar esta discusión.

En la Tabla 1 se exponen los aportes que FAO/OMS recomienda, arreglados conforme a los grupos de edad y sexo utilizados por el Grupo Consultivo Conjunto FAO/OMS/UNU sobre Requerimientos de Energía y Proteínas (11). (No se incluyen los infantes de 0-6 meses. Para éstos se acepta que la alimentación al seno materno es la forma óptima de satisfacer las necesidades de vitamina A). Para propósitos de esta discusión, en la Tabla se incluye una columna que consigna los requerimientos de energía establecidos en ese mismo documento (kcal/día). Paralelamente a las cifras de ER/día, se presentan las recomendaciones calculadas por 1,000 kcal (densidad del nutriente) en la misma forma que se acostumbra hacer para tiamina, riboflavina y niacina. Con ello no se pretende sugerir que las necesidades de vitamina A estén determinadas específicamente por el consumo o gasto energético. No obstante, dichas necesidades obviamente están asociadas al tamaño metabólico, el cual está a su vez íntimamente

TABLA 1

EQUIVALENTES DE RETINOL POR 1,000 KCAL DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS ENERGETICOS RECOMENDADOS POR FAO/OMS/UNU 1985, EN RELACION A GRUPOS DE EDAD Y SEXO

Edad <sup>1</sup>	Kcal/día <sup>1</sup>	FAO/OMS ER/día	ER/1,000 kcal
6 - 9 m	810	300	370
9 - 12 m	950	300	316
1 - 2 a	1,150	250	217
2 - 3 a	1,350	250	185
3 - 5 a	1,550	300	194
♂ 5 - 7 a	1,850	300	162
♂ 7 - 10 a	2,100	400	190
♀ 5 - 7 a	1,750	300	171
♀ 7 - 10 a	1,800	400	222
10 - 12 a	2,200	575	261
12 - 14 a	2,400	725	302
14 - 16 a	2,650	725	274
16 - 18 a	2,850	750	263
♂ 10 - 12 a	1,950	575	294
♂ 12 - 14 a	2,100	725	342
♂ 14 - 16 a	2,150	725	337
♂ 16 - 18 a	2,150	750	349
♂ 18 - 30 a <sup>2</sup>	3,000	750	250
♂ 30 > a <sup>2</sup>	2,950	750	263
♀ 18 - 30 a <sup>2</sup>	2,350	750	320
♀ 30 > a <sup>2</sup>	2,350	750	320

1 Referencia (11).

2 ♂ 65 kg/BMR x 1.8; ♀ 55 kg/BMR x 1.8.

relacionado a los requerimientos proteínicos y energéticos y a su consumo bajo condiciones de equilibrio nutricional.

Al observar las cifras de ER/1,000 kcal, se nota claramente una situación fuera de lógica. Se hace muy difícil aceptar que al niño de 2, 3 ó 5 años en la familia se le debe preparar una dieta mucho más pobre en vitamina A que a su madre de 20 años, con la mitad de la "densidad" de vitamina A. En general, la madre de familia o la persona que maneja el

hogar, tendría mucho problema distribuyendo los alimentos ricos en vitamina A entre los diversos miembros de diferentes edades para ser "fiel" a estas recomendaciones. La factibilidad de este enfoque es esencialmente cero. Aún más, en la realidad, un adulto de menor tamaño corporal que otro adulto en la misma casa, o uno más sedentario, come menos de la misma dieta, en vez de tener que "concentrar" dicha dieta en vitamina A como lo sugerirían las cifras de las columnas independientes de energía y equivalentes de retinol por día.

Estas consideraciones sugirieron al autor de esta comunicación, la elaboración de la Tabla 2. En esta Tabla también se han tomado los grupos de edad y sexo así como los requerimientos de energía del documento de FAO/OMS/UNU *Energy and Protein Requirements* publicado en 1985 (11), partiendo de los seis meses de edad. Al hombre adulto de 18-30 años, con un peso de 65 kg y requerimiento de energía al nivel de BMR x 1.8, se le asignó la ingesta recomendada de 750 ER/día (1), lo que resulta en una densidad de 250 ER/1,000 kcal. Proyectando esta razón a los otros grupos de edad y sexo, se completó la columna correspondiente. Para llenar las dos siguientes columnas, se agregaron 25 y 50 ER/1,000 kcal, respectivamente (como "márgenes de seguridad"), y de nuevo, por cálculo, se llenaron las columnas con base en 275 y 300 ER/1,000 kcal.

Concluyo haciendo las siguientes propuestas para consideración del presente Taller:

1. Que se adopte la práctica de basar las recomendaciones en una densidad homogénea del nutriente, a partir de un año de edad. Esto tiene grandes ventajas en la evaluación de la calidad nutricional de dietas, y concuerda con el principio básico de educación nutricional de que "toda la familia debe comer la misma dieta", "un poco de cada alimento" en cantidad proporcional a sus necesidades.

2. Que, aun cuando en la primera columna la recomendación para el adulto masculino coincide con la de FAO/OMS de 1963, para Latinoamérica se adopte un aporte más alto (300 ER/1,000 kcal). En efecto: a) este nivel está muy lejos de ser tóxico; b) el problema de hipovitaminosis A es muy prevalente en gran parte de la Región; c) en la vasta población de bajos recursos, los carotenoides son la fuente predominante de ER y, en esas mismas poblaciones, existen factores que pueden estar restringiendo en cierto grado (difícil de estimar) su disponibilidad (parasitismo, diarreas, dietas muy pobres en grasa, etc.).

3. Que de 0-6 meses se acepte, como ha sido la práctica, que la alimentación al seno por una madre sana y bien nutrida que esté recibiendo su aporte recomendado de vitamina A, es la forma óptima de satisfacer las necesidades de esta vitamina, en el niño de dicha edad. La leche materna secretada así contiene no menos de 40-50  $\mu\text{g}$  de retinol por decilitro.

4. Que en la edad de transición dietética (introducción de alimentación infantil sólida) de 6 a 12 meses, se recomiende 300 ER/día, aunque esa cifra viene a ser una densidad del nutriente (por 1,000 kcal) ligeramente más alta que 300 ER, haciendo énfasis en lo delicado de esta fase, y en la conveniencia de preparar una buena reserva de vitamina para la edad preescolar.

TABLA 2

RECOMENDACIONES DE EQUIVALENTES DE RETINOL, TOMANDO COMO BASE LA RELACION 250 ER/1,000 KCAL, Y AGREGANDO UN MARGEN DE SEGURIDAD DE 25 Y 50 ER/1,000 KCAL, DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS ENERGETICOS DE FAO/OMS/UNU 1985, PARA DIFERENTES GRUPOS DE EDAD Y SEXO

Edad <sup>1</sup>	Kcal/día <sup>1</sup>	Base por 1,000 kcal		
		250 ER	275 ER	300 ER
6 - 9 m	810	202	223	243 (300)
9 - 12 m	950	238	261	285 (300)
1 - 2 a	1,150	288	316	345
2 - 3 a	1,350	338	371	405
3 - 5 a	1,550	388	426	465
⊙ 5 - 7 a	1,850	463	509	555
⊙ 7 - 10 a	2,100	525	578	630
⊙ 5 - 7 a	1,750	438	481	525
⊙ 7 - 10 a	1,800	450	495	540
⊙ 10 - 12 a	2,200	550	605	660
⊙ 12 - 14 a	2,400	600	660	720
⊙ 14 - 16 a	2,650	662	729	795
⊙ 16 - 18 a	2,850	712	784	855
⊙ 10 - 12 a	1,950	488	536	585
⊙ 12 - 14 a	2,100	525	578	630
⊙ 14 - 16 a	2,150	538	591	645
⊙ 16 - 18 a	2,150	538	591	645
⊙ 18 - 30 a <sup>2</sup>	3,000	750	825	900
⊙ 30 > a <sup>2</sup>	2,950	738	811	885
⊙ 18 - 30 a <sup>2</sup>	2,350	588	646	705
⊙ 30 > a <sup>2</sup>	2,350	588	646	705,

1 Referencia (11).

2 ⊙ 65 kg/BMR x 1.8; ⊙ 55 kg/BMR x 1.8.

5. Que durante el embarazo se continúe sin variación en la recomendación para la mujer no embarazada, y que para la lactancia se recomiende un aporte adicional de ~ 400 ER/día (1).

6. Que el Taller decida sobre la conveniencia de redondear las cifras a la decena más próxima, siguiendo reglas estadísticas.

## ACIDO ASCORBICO

## Introducción

En la naturaleza, la forma más común de la vitamina C es el ácido L-ascórbico, pero también se encuentra, aunque en menor proporción, como ácido L-dehidroascórbico (forma oxidada). Ambas formas son utilizadas similarmente por el humano, ya que a través de una simple reacción de óxido-reducción, son interconvertibles en el organismo (12).

El hombre así como los primates, el cobayo y un número limitado de otras especies, no es capaz de sintetizar ácido ascórbico, y cuando no lo ingiere en la dieta desarrolla un estado de deficiencia. En su forma clínica severa, el síndrome se denomina escorbuto, básicamente caracterizado por un debilitamiento de las estructuras a base de colágeno, que se manifiesta por tendencia generalizada a hemorragias capilares. La inhabilidad para sintetizar ácido ascórbico se debe a la falta de la enzima L-gulonolactona oxidasa (13).

Las alteraciones histológicas, fisiológicas y bioquímicas resultantes de la deficiencia son múltiples, pero los mecanismos de acción de la vitamina C no han sido esclarecidos con certeza. Parecería ser que la función predominante es como co-substrato en reacciones de hidroxilación que requieren la presencia de oxígeno (14).

Entre éstas, las mejor reconocidas son la hidroxilación de los radicales de prolina y lisina del pre-colágeno para convertirlo en colágeno. En tales reacciones, el ácido ascórbico actúa como agente reductor coadyuvante de las hidroxilasas específicas (prolil y lisil hidroxilasas) en presencia de  $Fe^{++}$ , alfa-cetoglutarato y oxígeno molecular (15). Aparentemente, a través de un mecanismo similar actúa con la tirosina hidroxilasa y la dopamina-beta hidroxilasa (síntesis de noradrenalina), así como en la hidroxilación enzimática de trimetil-lisina y gama-butirobetaína en la síntesis de la carnitina (16).

La vitamina C también ha sido implicada —aunque por mediación de mecanismos no conocidos— en el metabolismo del colesterol, la secreción de corticosteroides, la función bactericida de los leucocitos, la integridad de varios aspectos del sistema inmune, el metabolismo del folato, y la incorporación de hierro a la ferritina. La mayoría de estas funciones han sido sugeridas por investigaciones en animales y observaciones clínicas en humanos (14), pero su significación epidemiológica todavía está en la fase especulativa.

Ajeno a ello, hay evidencia sugerente de cierta asociación entre la deficiencia de vitamina C y la arteriosclerosis coronaria, pero es imposible decir si esa relación es de índole etiológica (12).

El papel de la vitamina C en la cicatrización de heridas ha sido confirmado en repetidas ocasiones; el proceso se ve alterado en estados de deficiencia, y se normaliza con altas dosis de la vitamina (17).

Estudios recientes sugieren que ciertas N-nitrosaminas son carcinogénicas, y éstas se forman en el organismo a partir de la ingestión de nitratos, nitritos y aminas secundarias en la dieta. Se está acumulando evidencia de que el ácido ascórbico inhibe la formación de estas nitrosaminas previniendo su efecto carcinogénico (18). La confirmación de este hecho sería de gran importancia epidemiológica.

Por último, es preciso destacar que —debido a sus propiedades de antioxidante y quelante— el ácido ascórbico estimula la absorción intestinal del hierro no-hemínico presente primordialmente en los alimentos vegetales. La ingestión concomitante de 25 a 75 mg de ácido ascórbico incrementa hasta cuatro veces la biodisponibilidad de dicho hierro (19). La enorme importancia epidemiológico-nutricional de este efecto ha sido ampliamente confirmada, y reviste especial significado en el caso de poblaciones subdesarrolladas cuya dieta es predominantemente de origen vegetal y que usualmente presentan altas prevalencias de anemia ferropriva.

### Fuentes de Vitamina C en la Dieta (20)

Una amplia variedad de frutas son excelentes fuentes de vitamina C, particularmente los cítricos, la papaya, el nance, el mery y la acerola. Algunas verduras de hortaliza, el brócoli, la espinaca, el bledo y otras hojas verdes, por ejemplo, también aportan cantidades muy apreciables de la misma. Las carnes rojas, pescado, aves, huevos y leche contribuyen cantidades mínimas, y los granos y cereales esencialmente nada. Entre las raíces y los tubérculos la papa particularmente, es fuente importante de esta vitamina en poblaciones donde se consume en cantidades abundantes.

En vista de que el ácido ascórbico se destruye por el calor en presencia de oxígeno, el aporte calculado de alimentos que se consumen drásticamente cocinados, puede ser fácilmente sobrestimada. En este contexto, las frutas consumidas generalmente crudas y frescas, son fuentes más confiables.

### Absorción, Distribución y Excreción

El ácido ascórbico se absorbe en el intestino mediante un proceso de transporte activo que depende de la presencia de iones de sodio. Cuando las cantidades ingeridas están dentro de los límites fisiológicos, la absorción de la vitamina de los alimentos, o administrada aisladamente, es muy eficiente alcanzando 90% o más. La eficiencia de absorción cae aproximadamente a un 75% con dosis de 1,000 mg, y hasta 26% y 16% con dosis de 6 g y 12 g respectivamente (14).

Una vez se absorbe, el ácido ascórbico es transportado a todos los tejidos por la circulación en forma de anión, pasando fácilmente al interior de las células. Las concentraciones en los diferentes órganos no son homogéneas, sino preferenciales. Las glándulas adrenales, la pituitaria y la retina del ojo muestran las mayores concentraciones (1-2 mg/g). Los leucocitos, el hígado, los pulmones y el páncreas son intermedios (0.1-1 mg/g); otros órganos, entre ellos el músculo, tienen concentraciones aún más bajas (14).

La ruta principal de excreción del ácido ascórbico y sus metabolitos es la vía urinaria. En sujetos adultos, cuando cantidad ingerida es alrededor de 60 mg o menos, el mayor catabolito de excreción es el oxalato. Con dosis mayores, parte del exceso se excreta en forma no metabolizada. En el hombre, la proporción del ácido ascórbico ingerido que se pierde como CO<sub>2</sub> es muy pequeña.

Con concentraciones plasmáticas dentro de los límites fisiológicos (0.8 mg/dl), la reabsorción renal del ácido ascórbico es esencialmente

completa. El umbral renal comienza a ser sobrepasado cuando la cantidad ingerida pasa de 60 mg por día (21).

### **Bases de las Recomendaciones Dietéticas**

Para la estimación de las necesidades de vitamina C del humano se han usado varios puntos de referencia. Estos son: el aporte necesario para curar o prevenir el escorbuto; la concentración celular (indicada por dicha concentración en los leucocitos); y datos cinéticos *in vivo*. Estos arrojan información sobre el recambio del ácido ascórbico corporal y la cantidad metabolizada diariamente y sobre el aporte dietético necesario para mantener la reserva corporal de la vitamina a un nivel adecuado que proteja ampliamente al sujeto contra el riesgo de deficiencia en situaciones dietéticas y ambientales desfavorables (22).

Los niveles de ácido ascórbico plasmático varían de acuerdo al aporte dietético y al estado nutricional. Por sí solos, sin embargo, éstos no permiten determinar si los requerimientos se han satisfecho o no.

En el extremo inferior de la escala se ha observado que la aparición de signos de escorbuto, incluyendo encías sangrantes, petequias hemorrágicas y dolores articulares, está asociada con aportes diarios menores de 10 mg/día, con una reserva metabólica corporal de <300 mg y con concentraciones de la vitamina en el plasma y los leucocitos de <0.2 mg/dl y de <2 mg/10<sup>6</sup> células, respectivamente. En estudios de recuperación se demostró la desaparición del síndrome con dosis de 6.5 a 10 mg por día (14).

Otros estudios realizados en adultos han señalado que al caer las reservas corporales por debajo de 600 mg, se hace evidente una serie de anormalidades psicológicas (23). Al parecer, pues, los aportes diarios asociados con este nivel de reserva corporal en hombres adultos (15-25 mg/d) representan ya un mínimo indeseable.

En otro punto de referencia, dentro del espectro de estados nutricionales, se pueden documentar en el adulto los siguientes hallazgos:

a) El incremento en la concentración de ácido ascórbico de los leucocitos en función del aporte dietético muestra una curva hiperbólica que alcanza su "plateau" cuando se llega a ~ 60 mg diarios (24).

b) El umbral renal también empieza a ser sobrepasado cuando el aporte es 60 mg diarios; por debajo de este aporte, la reabsorción tubular es óptima (21).

c) En adultos sanos bien nutridos el tamaño de la reserva corporal es aproximadamente de 1,400-1,500 mg, esto asociado a aportes de 60-100 mg/día en la dieta (21, 25).

d) Durante estudios de depauperación en sujetos adultos, la vitamina C corporal se catabolizó a una tasa de aproximadamente 30/o en promedio por día, con un límite alto de 4.10/o en la variabilidad individual (26).

Por consiguiente, sujetos bien nutridos con una poza corporal de 1,500 mg y una velocidad de utilización de 40/o, están perdiendo 60 mg por día y, en consecuencia, necesitan dicho aporte en la dieta para mantener sus reservas a este nivel de 1,500 mg. En situación de carencia comple-

ta de vitamina C en la dieta, esta reserva de 1,500 mg es suficiente para prevenir escorbuto por cerca de un mes (12).

### **Comentarios y Sugerencias sobre el Aporte Dietético Diario Recomendado**

En un reciente artículo, Olson y Hodges (14) sugieren como reserva "adecuada" 900 mg de ácido ascórbico corporal y, en base a esto concluyen que la recomendación para cubrir esencialmente a toda una población de hombres adultos sanos sería de 45 mg/d.

Los diversos tipos de evidencia biológica aquí discutidos, sin embargo, apuntan fuertemente hacia cifras más altas. Por definición, las recomendaciones dietéticas deben ser generosas y proporcionar un margen adecuado de seguridad porque son guías de salud pública preventiva. En este contexto, debe hacerse énfasis en que el tamaño mínimo de las reservas corporales metabólicas por debajo del cual ya se han notado anomalías, es alrededor de 600 mg. La reserva de 900 mg sugerida por Olson y Hodges es apenas 50% más alta que dicho nivel crítico de 600 mg. En vista de lo expuesto, incluyendo el gasto metabólico relativamente rápido de dicho ácido ascórbico "de reserva" (promedio  $\sim$  30%; límite superior  $\sim$  40% por día), así como de la frecuente incidencia de factores que se sabe incrementan el requerimiento de esta vitamina en las poblaciones (stresses, infecciones, etc.), es muy razonable proponer una recomendación dietética en el orden de magnitud de 60 mg por día.

Un argumento adicional valioso en apoyo de unas recomendaciones relativamente más altas que varias de las propuestas anteriores (como las de FAO/OMS de 1970 (27) y las de Canadá de 1983 (7), sobre todo para ser aplicadas en países subdesarrollados, es el ya citado efecto que el ácido ascórbico ejerce en la biodisponibilidad intestinal de hierro no-hemínico. En efecto, en estos países, grandes sectores de población consumen predominantemente alimentos de origen vegetal cuyo hierro es absorbido muy pobremente. Como ya se mencionó, la absorción de ese hierro se ve significativamente incrementada al ingerir concomitantemente una dosis apreciable de vitamina C (19), lo que contribuiría a reducir el problema de la anemia por deficiencia de hierro tan prevalente en estas poblaciones pobres.

### **Aportes Recomendados de Vitamina C**

*Adultos y niños* — De acuerdo al enfoque de expresar la recomendación como densidad de vitamina C en la dieta que la población debería consumir, se ha tomado como punto de referencia el hombre adulto de 18-30 años, 65 kg de peso corporal y requerimiento de energía al nivel de BMR x 1.8 (11). Con un consumo energético de 3,000 kcal/día, la dieta de este sujeto deberá tener 20 mg de ácido ascórbico por 1,000 kcal a fin de que su aporte por día sea de 60 mg. Respetando el principio de una densidad de nutrientes esencialmente constante para todos los grupos de edad y sexo (a partir de 1 año), se ha construido la columna (b) de la Tabla 1.

*Niños lactantes (0-6 meses)* — Para este grupo se aplica el enfoque teleológico, considerando que la alimentación al seno materno de una

mujer sana y bien nutrida, es la forma óptima de satisfacer sus necesidades de vitamina C. La concentración de ácido ascórbico en la leche materna varía con la dieta de la madre, pero 40 mg/litro es una cifra media asociada con un aporte dietético amplio (al nivel de lo recomendado) en la mujer nodriza (14). Un consumo de 700 a 850 ml de esa leche estaría proporcionando entre 28 y 34 mg diarios.

*Niños de 6 a 12 meses* — En esta edad de transición se recomienda como guía mantener la recomendación diaria al mismo nivel que la del niño de 1-2 años. Este enfoque da como resultado que la densidad de vitamina C para el infante recién nacido sea más alta (40 mg/750 kcal), y declina hasta alcanzar la relación de 20 mg/1,000 kcal después de un año de edad. Existe evidencia de que este fenómeno tiene bases biológicas (14, 28, 29). En efecto, el infante de primera edad muestra un tamaño relativo de reservas corporales mayor que el de su madre, manteniéndolo por un fenómeno de “concentración” en la leche como resultado de un proceso de transporte activo de la vitamina en la glándula mamaria (la leche humana tiene una concentración hasta 10 veces mayor que el plasma sanguíneo materno). No existe evidencia de que esta característica propia del lactante perdure más allá del primer año de vida.

*Embarazo y lactancia* — Los niveles plasmáticos de vitamina C del feto en la segunda parte del embarazo (y del infante de primera edad) son significativamente más altos que los de la madre (29). Esta diferencia refleja el transporte placentario activo a favor del feto, a expensas de la vitamina ingerida por la madre. No se cuenta con una estimación cuantitativa de la magnitud de esta demanda adicional, pero por lo menos tres grupos de expertos están de acuerdo en que 20 mg/día adicionales protegen ampliamente la integridad de las reservas corporales metabólicas de la madre gestante (7, 22, 27).

En función de la cantidad de ácido ascórbico secretada diariamente en la leche, diferentes grupos han propuesto para la mujer nodriza incrementos desde 20 mg (27) hasta 40 mg diarios (22). El presente análisis de la evidencia sugiere un nivel de 30 mg/d para balancear la pérdida de la reserva de la madre lactante. Aunque estos aportes adicionales parecen altos, es preciso hacer énfasis en su factibilidad. La mitad de una naranja por día, por ejemplo, sería suficiente (20).

### **Comentario y Conclusión Final**

Como contraste, en la Tabla 3 se incluye la columna (a) que establece 30 mg/d para el hombre adulto (FAO/OMS) (27). Tomando el “tipo” FAO/OMS/UNU de 18-30 años, 65 kg y 3,000 kcal de requerimiento energético, este aporte computa 10 mg por 1,000 kcal de dieta. Sobre la base de esa densidad del nutriente se calcularon las cifras de la columna (a) para los otros grupos de edad y sexo. Considerando el efecto potencial del ácido ascórbico de incrementar la absorción del hierro no-hemínico y de inhibir la formación de nitrosaminas cancerígenas, estos aportes así calculados se consideran inconvenientemente bajos, según lo juzga el presente análisis. Por consiguiente, se propone al Grupo de Expertos del Taller sobre Guías Nutricionales que adopte la razón de 20 mg por 1,000

TABLA 3

RECOMENDACIONES DE ACIDO ASCORBICO, CALCULADAS A RAZON DE 20 mg/1000 kcal, DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS ENERGETICOS DE FAO/OMS/UNU, 1985, PARA DIFERENTES GRUPOS DE EDAD Y SEXO

Edad <sup>1</sup>	Kcal/día <sup>1</sup>	(a)	(b)
		Base 10 mg/1,000 kcal	Base 20 mg/1,000 kcal
6 - 9 m	810	8	16 (24)
9 - 12 m	950	10	19 (24)
1 - 2 a	1,150	12	24
2 - 3 a	1,350	14	28
3 - 5 a	1,550	16	32
5 - 7 a	1,850	19	38
7 - 10 a	2,100	21	42
5 - 7 a	1,750	18	36
7 - 10 a	1,800	18	36
10 - 12 a	2,200	22	44
12 - 14 a	2,400	24	48
14 - 16 a	2,650	27	54
16 - 18 a	2,850	29	58
10 - 12 a	1,950	20	40
12 - 14 a	2,100	21	42
14 - 16 a	2,150	22	44
16 - 18 a	2,150	22	44
18 - 30 a <sup>2</sup>	3,000	30	60
30 - > a <sup>2</sup>	2,950	30	60
18 - 30 a <sup>2</sup>	2,350	24	48
30 - > a <sup>2</sup>	2,350	24	48

1 Referencia (11).

2 ♂ 65 kg/BMR x 1.8; ♀ 55 kg/BMR x 1.8.

kcal, redondeando las cifras calculadas para facilitar su aplicación práctica, pero adhiriéndose al principio de densidad homogénea de nutrientes.

## VITAMINA D

### Introducción

Las dos formas de importancia nutricional con actividad de vitamina D, son el colecalciferol o vitamina D<sub>3</sub>, y el ergocalciferol o vitamina D<sub>2</sub>. El colecalciferol es la forma natural de la vitamina en los tejidos animales, y se sintetiza por acción de la luz solar (energía ultravioleta) sobre el precursor 7-dehidrocolesterol en la piel. El ergocalciferol se produce por

irradiación con luz ultravioleta del ergosterol presente en algunos hongos y levaduras, y es la forma más usada en preparaciones farmacéuticas. Las dos formas parecen ser igualmente efectivas como fuentes de actividad de vitamina D (30).

Esta última es esencial para el mantenimiento de la homeostasis del calcio y, paralelamente, del fósforo, promoviendo la absorción intestinal de estos iones y permitiendo la mineralización normal del tejido óseo. En el organismo el colecalciferol es primero hidroxilado en el carbono 25 en el hígado, y luego hidroxilado de nuevo en el riñón en el carbono 1 (ó 24) generando derivados dihidroxilados de los cuales el metabolito más activo es el 1,25-dihidroxicolecalciferol (31).

Su deficiencia resulta en un aumento compensatorio en la actividad de la glándula paratiroides, y un descenso en la concentración de calcio sanguíneo. Finalmente, la mineralización de la matriz del hueso se altera, resultando en el cuadro patológico de raquitismo en el niño de corta edad y en osteomalacia en el adulto (31).

La deficiencia severa de vitamina D constituía un serio problema de salud pública en las zonas templadas y frías, hasta en los países más desarrollados (32). Con el advenimiento de la fortificación de alimentos, especialmente leche y margarina, así como la administración rutinaria de suplementos a los lactantes, el problema ha sido esencialmente resuelto (33). El raquitismo persiste, sin embargo, en varios países menos desarrollados, e irónicamente —como se verá más adelante— aún en regiones con relativa abundancia de luz solar (34).

### Fuentes de Vitamina D

La distribución de la vitamina en la naturaleza no es amplia, estando contenida en cantidades apreciables en pocos alimentos, varios de los cuales no forman parte rutinaria de las dietas de la mayoría de las poblaciones, como los aceites de hígado de algunos pescados y el hígado. El huevo y la mantequilla se consideran fuentes moderadas. Cuando éstos son asequibles, la leche y la margarina fortificada se sitúan entre las fuentes más seguras y mejores.

Por otra parte, la energía ultravioleta del sol debe considerarse una fuente de vitamina D para el humano. Cuando la piel se expone regularmente a la luz solar, se estima que todo el requerimiento de vitamina D puede ser satisfecho por la producción endógena de colecalciferol (35). Debe hacerse énfasis, sin embargo, en que la eficiencia de este proceso depende de factores que pueden limitar significativamente dicha exposición al sol, tales como patrones culturales, circunstancias socioeconómicas (hacinamiento urbano), localización geográfica y contaminación ambiental del aire.

### Requerimientos y Aportes Recomendados

Definitivamente, se sabe que la vitamina D es esencial para el organismo en todas las edades, pero según lo discutido antes, es imposible determinar con exactitud recomendaciones de vitamina D aplicables en una variedad de circunstancias. El análisis que seguidamente se expone, por consiguiente, asume que la exposición a los rayos ultravioleta del sol es insuficiente.

Las experiencias de muchos años han revelado que un aporte de 2.5  $\mu\text{g}$  de vitamina D (100 UI)<sup>2</sup> por día, corrigen las alteraciones bioquímicas y clínicas del raquitismo, y promueven la absorción intestinal del calcio y la mineralización normal de los huesos en el niño de primera edad. El caudal de la evidencia indica, asimismo, que un aporte de 10  $\mu\text{g}$  (400 UI)/día se asocia con una absorción de calcio y tasa de crecimiento todavía mayores hasta en infantes no expuestos al sol del todo (33). Esta dosis está definitivamente libre de toxicidad. Hay consenso entre los expertos (22, 27, 33, 36) en que se recomiende este aporte diario aún para infantes que se alimentan al seno materno. En efecto, durante la lactancia puede haber tendencia a reducida exposición al sol, tanto en la madre como en el niño, y el contenido de la leche materna es sólo de 5 a 20 UI por litro, lo que en ese caso, podría ser insuficiente (7, 22, 27, 36).

Se dispone de muy escasa información sobre la cual basar una recomendación para el adulto. Las observaciones epidemiológicas en países nórdicos pueden ser pertinentes. Investigadores canadienses documentan, por ejemplo, que en muestras representativas de la población de niños y adultos con un aporte dietético menor de 2.5  $\mu\text{g}/\text{día}$ , no se encontró virtualmente ninguna evidencia bioquímica o clínica de deficiencia; esto les sugiere que dichas ingestas son adecuadas esencialmente para todos los sujetos, dado el nivel usual de exposición al sol en esas latitudes (7). La única otra observación de relevancia es que la administración diaria de 2.5  $\mu\text{g}$  produce una respuesta satisfactoria en pacientes con oseomalacia (27, 37, 38).

No hay datos directos en cuanto al período comprendido entre la infancia y la edad adulta, y las cifras recomendadas son proyecciones especulativas de los diferentes grupos de expertos.

Las necesidades de calcio se incrementan durante el embarazo, principalmente en la segunda mitad. Además, el colecalciferol y sus metabolitos activos atraviesan la placenta fácilmente. Durante la lactancia, la madre pierde cantidades muy apreciables de calcio en la leche, y su organismo debe absorber y asimilar más de este mineral a fin de mantener su balance (27). Teniendo en cuenta el papel central de la vitamina D en la utilización del calcio en la dieta, y aunque no existe información cuantitativa, lo expuesto hace suponer con toda lógica, que los requerimientos de la vitamina se incrementan en estos dos estados fisiológicos. La estimación de la magnitud de dichos incrementos varía entre los diversos grupos de expertos.

En la Tabla 4 se incluyen los aportes diarios recomendados por tres grupos de expertos (7, 22, 27). Es de interés percatarse de las diferencias, ya que las bases científicas son exactamente las mismas. Más intrigante todavía es la diferencia entre las cifras propuestas por Canadá (7) y los Estados Unidos (22), países con ecologías muy similares.

El presente análisis sugiere al Taller que se adopten las magnitudes propuestas por el Grupo del Canadá. Las del National Research Council de los EUA parecen exageradamente elevadas, y las de FAO/OMS (27)

---

<sup>2</sup> Una unidad internacional (UI) es la potencia de 0.025 microgramos de colecalciferol o ergocalciferol.

TABLA 4

INGESTION DIARIA RECOMENDADA DE VITAMINA D POR TRES GRUPOS DE EXPERTOS, EN RELACION A LOS REQUERIMIENTOS ENERGETICOS DE FAO/OMS/UNU, 1985, PARA DIFERENTES GRUPOS DE EDAD Y SEXO

Edad <sup>1</sup>	Kcal/día <sup>1</sup>	FAO/OMS 1970 µg/día	Canadá 1983 µg/día	EUA NRC, 1980 µg/día	
3 - 6 m	700	10	10	10	
6 - 9 m	810	10	10	10	
9 - 12 m	950	10	10	10	
1 - 2 a	1,150	10	10	10	
2 - 3 a	1,350	10	5	10	
3 - 5 a	1,550	10	5	10	
-----					
+O O <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	5 - 7 a	1,850	10	5	10
	7 - 10 a	2,100	2.5	2.5	10
	5 - 7 a	1,750	2.5	2.5	10
	7 - 10 a	1,800	2.5	2.5	10
-----					
+O O <sub>3</sub> O <sub>3</sub> O <sub>3</sub> O <sub>3</sub> O <sub>3</sub> O <sub>3</sub> O <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	10 - 12 a	2,200	2.5	2.5	10
	12 - 14 a	2,400	2.5	2.5	10
	14 - 16 a	2,650	2.5	2.5	10
	16 - 18 a	2,850	2.5	2.5	10
	10 - 12 a	1,950	2.5	2.5	10
	12 - 14 a	2,100	2.5	2.5	10
	14 - 16 a	2,150	2.5	2.5	10
	16 - 18 a	2,150	2.5	2.5	10
-----					
O <sub>3</sub>	18 - 30 a <sup>2</sup>	3,000	2.5	2.5	7.5 19-22 a 5 22-30 a
O <sub>3</sub>	30 - > a <sup>2</sup>	2,950	2.5	2.5	5
+O	18 - 30 a <sup>2</sup>	2,350	2.5	2.5	7.5 19-22 a 5 22-30 a
+O	30 - > a <sup>2</sup>	2,350	2.5	2.5	5
-----					
	Embarazada (actividad plena)	+285	7.5 (2o. y 3er. trim)	+2.5	+5
	(actividad reducida)				
	Nodriz	+500	+7.5	+2.5	+5

1 Referencia (11).

2 ♂ 65 kg/BMR x 1.8; ♀ 55 kg/BMR x 1.8.

innecesariamente altas para niños de 2 a 6 años y para mujeres embarazadas y lactantes.

Por otra parte, en el caso de la vitamina D la exposición a la luz solar debe considerarse una medida "nutricional". Como ya se mencionó antes, en vista de la regular exposición de la piel a la luz solar, el organismo humano puede producir suficiente vitamina D endógena para satisfacer sus requerimientos en cualquier edad. En efecto, en un estudio reciente (39) en el que la exposición al sol se controló cuantitativamente en un grupo de infantes alimentados exclusivamente al seno, su estado nutricional de vitamina D fue positiva y significativamente influenciado por la intensidad y duración de la exposición. En los bebés amamantados por madres con niveles bajos de 25-hidroxicolecalciferol sérico, se encontró que una exposición al sol durante 30 minutos por semana, vistiendo sólo pañales, o dos horas por semana con ropa completa, pero sin gorro, fue suficiente para mantener el 25-hidroxicolecalciferol de estos infantes al nivel normal ( $> 11 \mu\text{g/ml}$ ). En otro estudio (40) madres lactantes expuestas a una cantidad controlada de luz ultravioleta, mostraron un incremento significativo tanto en los niveles séricos como en la concentración de vitamina D en su leche.

## SUMMARY

### THREE PROBLEM VITAMINS IN LATIN AMERICA

The list of vitamins recognized as essential in human nutrition is extense. Only some of them, however, are attributed an important role in public health. The present paper deals with three of these selected because their deficiencies still prevail in important sectors of population in the Latin American Region: vitamin A, vitamin C and vitamin D. For each vitamin the paper discusses the scientific bases for their requirements, as well as pragmatic considerations to be taken into account for the derivation of recommended dietary intakes.

Reference is made to the logic of applying the concepts of *nutrient density* when developing guidelines for the design of diets for the family and the community. Adequate nutrient density means that when a diet is consumed in sufficient amounts to satisfy energy requirements, the needs for essential nutrients are also being met.

For the above reasons, the principle of expressing the recommended levels of intake of vitamin A and C per 1,000 kilocalories has been followed. This is not the case with vitamin D which, in view of its special feature of being synthesized endogenously, is not really a vitamin in the strict sense of the term and, therefore, a rational and consistent relationship with the energy of the diet cannot be established.

## BIBLIOGRAFIA

1. FAO/WHO. **Requirements of Vitamin A, Thiamine, Riboflavin and Niacin. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group.** Rome, FAO, 1967 (FAO Nutrition Meetings Report Series No. 41; WHO Technical Report Series No. 362).
2. Watt, B.K. & A.L. Merrill. **Composition of Foods: Raw, Processed, Prepared.** Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, 1963 (Agricultural Handbook No. 8, revised).

3. National Center for Health Statistics. **Dietary Intake Source Data, United States, 1971-1972.** Rockville, MD, Health Resources Administration, U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1979 (DHEW Publication No. (PHS) 79-1221).
4. Hume, E.M. & H.A. Krebs (Compilers). **Vitamin A Requirement of Human Adults.** Report of the Vitamin A Subcommittee of the Accessory Food Factors Committee, Medical Research Council (Great Britain). London, Her Majesty Stationary Office, 1949 (Special Report Series No. 264).
5. Sauberlich, H.E., H.E. Hodges, D.L. Wallace, *et al*, Vitamin A metabolism and requirements in the human studied with the use of labelled retinol. **Vitamins and Hormones, 32:** 251-275, 1974.
6. Olson, J.A. Recommended dietary intakes (RDI) of vitamin A in humans. **Am. J. Clin. Nutr., 45:** 704-716, 1987.
7. Bureau of Nutritional Sciences. **Recommended Nutrient Intakes for Canadians.** Department of National Health and Welfare. Ottawa, Canada, Canadian Government Publishing Centre, 1983.
8. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. **Recomendaciones Dietéticas Diarias para Centro América y Panamá.** Guatemala, INCAP, 1973. (Publicación INCAP E-709).
9. Underwood, B.A. **IVACG Recommendations for Safely Improving the Vitamin A Status of Pregnant and Lactating Women and the Nursing Infant.** International Vitamin A Consultative Group. Washington, D.C., The Nutrition Foundation, Inc., 1986.
10. IUNS Committee I/5. Recommended dietary intakes and allowances around the world. **Food Nutr. Bull., 4:** 34-45, 1982.
11. FAO/WHO/UNU. **Energy and Protein Requirements.** Report of a Joint Expert Consultation Group. Geneva, World Health Organization, 1985 (WHO Technical Report Series No. 724).
12. Sauberlich, H.E. Ascorbic acid. In: **Present Knowledge in Nutrition.** 5th. ed. Washington, D.C., The Nutrition Foundation, Inc., 1984, p. 260-267.
13. Chatterjee, I.B., A.K. Majunder, B.K. Nandy & N. Subramanian. Synthesis and some major functions of vitamin C in animals. **Ann. N.Y. Acad. Sci., 258:** 24-27, 1978.
14. Olson, J.A. & R.E. Hodges. Recommended dietary intakes (RDI) of vitamin C in humans. **Am. J. Clin. Nutr., 45:** 693-703, 1987.
15. Myllyla, E., R. Kuitti-Savolainen & K. Kivirikko. The role of ascorbic acid in the prolyl hydrolase reaction. **Biochem. Biophys. Res. Commun., 83:** 441-448, 1978.
16. Broquist, H.P. Carnitine biosynthesis and function. **Fed. Proc., 31:** 2840-2842, 1982.
17. Irwin, M.I. & B.K. Hutchins. A conspectus of research on vitamin C requirements of man. **J. Nutr., 106:** 823-879, 1976.
18. Kamm, J.J., T. Dashman, A.H. Conney & J.J. Burns. Effect of ascorbic acid on amine-nitrite toxicity. **Ann. N.Y. Acad. Sci., 258:** 169-174, 1975.
19. Monsen, E.R., L. Hallberg, M. Layrisse, D.M. Hegsted, J.D. Cook, W. Mertz & C.A. Finch. Estimation of available dietary iron. **Am. J. Clin. Nutr., 31:** 134-141, 1978.
20. Woot-Tsuen, Wu Leung con la colaboración de Marina Flores. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina.** Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, Maryland, EE.UU., y del Instituto de Nutrición de Centro

- América y Panamá, ciudad de Guatemala, Guatemala, C.A. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, junio de 1961, 132 p.
21. Kallner, A., D. Hartmann & D. Horning. Steady-state turnover and body pool of ascorbic acid in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**: 530-539, 1979.
  22. National Research Council. **Recommended Dietary Allowances**. 9th ed. Washington, D.C., NAS, 1980.
  23. Kinsman, R.A. & J. Hood. Some behavioral effects of ascorbic acid deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**: 455-464, 1971.
  24. Basu, T.K. & C.J. Schorah. Vitamin C reserves and requirements in health and disease. In: **Vitamin C in Health and Disease**. T.K. Basu & C.J. Schorah (Eds.). Westport, Connecticut, The AVI Publishing Co., 1982, p. 61-92.
  25. Hodges, R.E., J. Hood, J.E. Canham, H.E. Sauberlich & E.M. Baker. Clinical manifestations of ascorbic acid deficiency in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**: 432-443, 1971.
  26. Baker, E.M., R.E. Hodges, J. Hood, H.E. Sauberlich & S.C. March. Metabolism of ascorbic-1-14 C acid in experimental human scurvy. *Am. J. Clin. Nutr.*, **22**: 549-558, 1969.
  27. FAO/WHO. **Requirements of Ascorbic Acid, Vitamin D, Vitamin B<sub>12</sub>, Folate and Iron**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1970. (FAO Nutrition Meetings Report Series No. 47; WHO Technical Report Series 472).
  28. Bureau of Nutritional Sciences. **Recommended Nutrient Intakes for Canadians**. Department of National Health and Welfare. Ottawa, Canada, Canadian Government Publishing Centre, 1983.
  28. Khattab, A.K., S.A. Al Nagdy, K.A.H. Mourad & H.I. El Azghal. Foetal maternal ascorbic acid gradient in normal Egyptian subjects. *J. Trop. Pediatr.*, **16**: 112-115, 1970.
  29. Salamenpera, L. Vitamin C nutrition during prolonged lactation: Optimal, in infant while marginal in some mothers. *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**: 1050-1056, 1984.
  30. Frazer, D.R. Vitamin D. In: **Present Knowledge in Nutrition**. 5th ed. Washington, D.C., The Nutrition Foundation, Inc., 1984, p. 209-225.
  31. DeLuca, H.F. Vitamin D. In: **Human Nutrition, Vol. 3-B, Nutrition and the Adult Micronutrients**. R.B. Alfin-Slater and D. Kritchevsky (Eds.). New York, N.Y., Plenum Press, 1980, p. 205-244.
  32. Arneil, G.C. The return of infantile rickets to Britain. *World Rev. Nutr. Diet.*, **10**: 239-261, 1969.
  33. American Academy of Pediatrics. Committee on Nutrition. The prophylactic requirement and the toxicity of vitamin D. *Pediatrics*, **31**: 512-525, 1963.
  34. Lapatsamis, P., V. Deliyanni & S. Doxiadis. Vitamin D deficiency rickets in Greece. *J. Pediatr.*, **73**: 195-202, 1968.
  35. Holick, M.F., J.A. McLaughlin, M.B. Clark, S.A. Holick, J.T. Potts, R.R. Anderson, I.H. Blank, J.A. Parrish & P. Elias. Photosynthesis of pre-vitamin D in human skin and physiological consequences. *Science*, **210**: 203-205, 1980.
  36. Reeve, L.E., R.W. Chesney & H.F. De Luca. Vitamin D of human milk. Identification of biologically active forms. *Am. J. Clin. Nutr.*, **36**: 122-130, 1982.
  37. Morgan, D.B., C.R. Paterson, C.G. Woods, C.N. Pulvertaft & P. Fourman. Osteomalacia after gastrectomy. A response to very small doses of vitamin D. *Lancet*, **2**: 1089-1091, 1965.
  38. Gough, K.R., O.C. Lloyd & M.R. Wills. Nutritional osteomalacia. *Lancet*, **2**: 1261-1264, 1964.

39. Specker, B.L., B. Valanis, V. Hertzberg, N. Edwards & R.C. Tsang. Sunshine exposure and serum 25-hydroxy-vitamin D concentrations in exclusively breast-fed infants. *J. Pediatr.*, **107**: 372-376, 1985.
40. Greer, F.R., B.W. Hollis, D.J. Cripps & R.C. Tsang. Effects of maternal ultraviolet B irradiation on vitamin D content of human milk. *J. Pediatr.*, **105**: 431-433, 1984.