

Jean-Claude CHEFTEL

Maître de Conférences et
Directeur du Laboratoire de Biochimie
et de Technologie Alimentaires
Université des Sciences et Techniques
du Languedoc. Montpellier

Henri CHEFTEL

Membre de l'Académie
d'Agriculture de France
Ancien Directeur du laboratoire
de Recherches des Établissements
J. J. Carnaud et Forges de Basse-Indre

Pierre BESANCON

Maître de Conférences, Université
de Montpellier II, Directeur
du Laboratoire de Biochimie
et de Technologie Alimentaires,
Université des Sciences et Techniques
du Languedoc, Montpellier

INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS

Volumen 11

Prólogo de Pierre DESNUELLE

Professeur de Biochimie à l'Université Aix-
Marseille 1
Directeur du Centre de Biochimie
et de Biologie Moléculaire du CNRS
Conseiller Scientifique de l'Institut des Corps Gras

Traducido de! francés por:

Francisco López Capont

Profesor de Tecnología de Productos Pesqueros
Facultad de Ciencias
Universidad de Santiago de Compostela
(España)

EDITORIAL ACRIBIA
ZARAGOZA (España)

Jean-Claude CHEFTEL

Maître de Conférences et
Directeur du Laboratoire de Biochimie
et de Technologie Alimentaires
Université des Sciences et Techniques
du Languedoc, Montpellier

Henri CHEFTEL

Membre de l'Académie
d'Agriculture de France
Ancien Directeur du Laboratoire
de Recherches des Etablissements
J. J. Carnaud et Forges de Basse-Indre

Pierre BESANÇON

Maître de Conférences à l'Université
des Sciences et Techniques du Languedoc
Directeur du Laboratoire de Physiologie
de la Nutrition, Montpellier

INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS

Volumen II

Prólogo de Pierre DESNUELLE

Professeur de Biochimie à l'Université Aix-Marseille I
Directeur du Centre de Biochimie
et de Biologie Moléculaire du CNRS
Conseiller Scientifique de l'Institut des Corps Gras

Traducido del francés por:

Francisco López Capont

Profesor de Tecnología de Productos Pesqueros
Facultad de Ciencias
Universidad de Santiago de Compostela (España)

EDITORIAL ACRIBIA
ZARAGOZA (España)

NECESIDADES ALIMENTARIAS Y CALIDAD NUTRICIONAL DE LOS ALIMENTOS

Una alimentación equilibrada debe cubrir el conjunto de necesidades nutricionales del organismo, de tal modo que el individuo se sienta en condiciones de plena eficiencia física e intelectual y experimente una sensación durable de bienestar. Estas necesidades están ligadas a la renovación de los constituyentes celulares y tisulares, pero, para el joven, también incluye la formación de los tejidos corporales; tanto si consideramos el crecimiento del joven, como el mantenimiento del adulto, "el organismo es un flujo de materia, energía e información".* Las necesidades de naturaleza plástica quedan cubiertas por los aportes de agua, materias nitrogenadas, lípidos y componentes minerales. También existe una exigencia de naturaleza energética, resuelta por las cadenas hidrocarbonadas, cubriéndose tanto con los glúcidos y lípidos como con las proteínas. En fin, no sería posible la vida sin un aporte de sustancias llamadas de protección, oligoelementos y vitaminas, que controlan las funciones metabólicas y las actividades enzimáticas; las enzimas, transmisoras de información, orientan el metabolismo en el sentido conveniente.

Los nutrientes son aportados por el conjunto de alimentos que nosotros ingerimos: no hay posibilidad de un alimento completo — salvo la leche materna, para el niño de pecho — por lo que los alimentos se complementan entre sí. La noción de equilibrio nutricional es compleja: resulta, en primer lugar, como función de las necesidades del individuo, su actividad, estado fisiológico, ambiente; también depende de la calidad intrínseca de los alimentos ingeridos, su composición y modificaciones eventuales, favorables o no, de su valor nutricional como resultado de los tratamientos tecnológicos o culinarios. En fin, los posibles efectos logrados por los alimentos, dependen mucho del comportamiento alimentario del individuo y del equilibrio que se mantiene entre los nutrientes. Se puede decir que el comportamiento alimentario constituye una especie de pantalla; por un lado está el individuo con sus necesidades concretas y por otro el alimento, caracterizado por su composición en principios nutritivos. Por esta causa, el ajuste entre las necesidades y los aportes no está necesariamente equilibrado.

* J. Monod, *Le hasard et la nécessité*. Seuil. Paris 1970.

V-1.

NECESIDADES Y EQUILIBRIOS NUTRICIONALES

V.1.1. SIGNIFICACION FISIOLÓGICA DE LAS DIFERENTES NECESIDADES

V.1.1.1. LA NECESIDAD ENERGÉTICA

La vida fue descrita como una lucha contra la entropía creciente. El organismo se comporta como un sistema recuperador y transformador de energía, que sintetiza, algunas veces con rendimientos mínimos, moléculas específicas a partir de los nutrientes y de la energía de los alimentos. Con relación a esto, se aplican a la materia viva, los dos principios básicos de la termodinámica. La energía liberada por la oxidación celular de los nutrientes se transforma, cuantitativamente, en otras formas de energía (trabajo, calor, compuestos portadores de enlaces ricos en energía, tal como el ATP). Sin embargo, conviene resaltar que las conversiones energéticas no resultan siempre reversibles y que frecuentemente estas transformaciones tienen un rendimiento bajo. El calor es la forma más degradada de energía y corresponde a las pérdidas de rendimiento de reacciones metabólicas; constituye una especie "de impase energético". Por esto resulta paradójico expresar las necesidades energéticas en términos de energía térmica: la caloría.* La tendencia actual es expresarlas en joules, unidad de energía compatible con el Sistema Internacional de Pesos y Medidas.

Se pueden distinguir varios tipos de gastos energéticos, de entretenimiento o de producción. El *metabolismo de base*, corresponde al gasto principal, en ayunas, en reposo y en la neutralidad térmica; es proporcional al peso metabólico (PO,73; P = peso corporal) o a la superficie corporal. Varía con la edad, condiciones nutricionales previas, masa activa, medida por el potasio intercambiable. Es del orden de 1.500 kcal/día en el hombre adulto. El mantenimiento de la temperatura corporal origina los *gastos de termorregulación*. La termogénesis desencadena mecanismos que aumentan las oxidaciones celulares; en el hombre, las posibilidades de lucha contra el frío son más limitadas que en otras especies: el hombre suple esto reduciendo las pérdidas por conducción, convección, radiación mediante vestidos, etc. La *actividad muscular* origi-

* La Caloría utilizada por los nutricionistas corresponde a la kilocaloría de los fisicoquímicos: es la cantidad de energía necesaria para aumentar en 1°C la temperatura de un kg de agua, bajo la presión atmosférica normal.

1 Caloría (1 kcal) = 4180 julios

na un aumento importante del gasto, dado que el rendimiento mecánico no sobrepasa el 10 ó 15 %; puede mejorarse por el entrenamiento. El calor producido sólo se utiliza para recalentarse. El *gasto motivado por el consumo de alimentos* se debe no sólo a la actividad muscular y secretoria durante la comida, sino también a la acción dinámica específica (ADE) o "extra calor" postprandial. La ADE es un tributo obligatorio sobre la energía absorbida, del orden de 10 a 20 % para una comida corriente y corresponde a la utilización metabólica de los nutrientes. La ADE del 30 a 40 % para las proteínas y mucho menor para los glúcidos y lípidos. Este "extra calor" es utilizable para la termo-génesis de recalentamiento.

Los gastos de producción (crecimiento, embarazo, lactancia) se añaden a los precedentes, llamados de entretenimiento. La *necesidad de crecimiento* está en función de la ganancia de peso, de la modificación de composición corporal y del tipo morfológico. Es proporcionalmente muy alta en los jóvenes pero disminuye con la edad, con fluctuaciones importantes en los momentos de crisis de crecimiento, mientras que las necesidades de entretenimiento aumentan con el peso corporal. Resaltemos que si durante el periodo neonatal la alimentación es demasiado hipercalórica, el individuo presentará, posteriormente, una tendencia irreversible a la obesidad: en efecto, la diferenciación de células del tejido adiposo se hace de forma muy precoz, bajo la influencia de una alimentación demasiado rica. Por el contrario, carencias agudas durante los primeros años de la vida originan, frecuentemente, consecuencias irreversibles sobre la talla y el desarrollo cerebral. La *necesidad de gestación*, corresponde a la necesidad de crecimiento del feto, muy importante durante el último tercio del embarazo, así como a los gastos energéticos que acompañan esas síntesis, aunque el rendimiento sea excelente; asimismo, es preciso mencionar la edificación, muy precoz, de reservas maternas. La *necesidad de lactancia* depende de la cantidad y calidad de leche segregada: la leche de mujer tiene un valor energético de 600 a 700 kcal/kg.

El conjunto de estos gastos, tiene que quedar cubierto, por la energía aportada por los alimentos. La utilización metabólica de las cadenas hidrocarbonadas equivale a una combustión completa de los glúcidos y lípidos, siempre que estos no se acumulen como reserva. El aprovechamiento de la energía de las proteínas sólo es parcial y conduce a la secreción urinaria de sustancias, cuyo valor de combustión no es nulo, como por ej. la urea. Por tanto, la oxidación de proteínas nunca es completa. Según el estado de degradación y utilización de la energía, se puede distinguir la *energía bruta* de los alimentos o energía potencial máxima, correspondiente a su calor de combustión; la *energía metabolizable* o utilizable, que representa la energía disponible a nivel metabólico, teniendo en cuenta las pérdidas de energía no digestible por vía fecal y gases y las pérdidas urinarias bajo la forma de productos nitrogenados (urea, creatinina, aminoácidos); en fin, la *energía neta* es la energía realmente utilizada por el anabolismo, el almacenamiento de compuestos energéticos, los depósitos tisulares de lípidos y proteínas, así como por el trabajo y la termogénesis. En un individuo en equilibrio ponderal, los materiales del organismo se renuevan constantemente siendo convertida toda la energía metabolizable en calor y trabajo. En nutrición humana es costumbre expresar las necesidades en términos de energía metabolizable.

La estimación de los gastos energéticos y de utilización de la energía por el organismo se fundamenta en una metodología muy específica: por calorimetría directa se miden los gastos por medio de cámaras calorimétricas, cuya manipulación es bastante engorrosa y costosa. El empleo simultáneo de métodos ergonómicos permite estimar los gastos, en función de los esfuerzos efectuados. Otros métodos son indirectos: la

termoquímica respiratoria, se basa en medir los intercambios gaseosos que dependen de las oxidaciones celulares y por tanto de la producción de energía. El cociente respiratorio (CR) es la relación entre el gas carbónico producido y el oxígeno consumido por el organismo: la oxidación celular de los glúcidos, protidos y lípidos da CR del 1,0, 0,8 y 0,7 respectivamente. Valores de CR superiores a la unidad, originan un estado de engrasamiento y de lipogénesis intenso. En el hombre, en condiciones normales, el CR es de 0,85. Otros métodos, basados en los balances de carbono y nitrógeno o sobre la medición de sodio y potasio intercambiables, permiten estimar las variaciones de composición corporal y por tanto las reservas energéticas del organismo.

A modo de ejemplo, he aquí algunos valores de gastos energéticos en el hombre adulto*:

- gasto en reposo	1 -- 1,3 kcal/mn
- ligera actividad (trabajos caseros ligeros, trabajos manuales)	2 -- 5 kcal/mn
- actividad moderada (andando, ciclismo, jardinería, equitación, ski, natación)	5 -- 7,5 kcal/mn
- actividad fuerte (carreras, atletismo)	7,5 -- 10 kcal/mn
- actividad muy fuerte o excepcional (trabajo de los mineros, matarifes)	10 -- 12,5 kcal/mn o más

Las necesidades energéticas están cubiertas por los glúcidos, lípidos y proteínas, que aportan respectivamente 4, 9 y 4 kilocalorías metabolizables por gramo. Estos coeficientes medios o coeficientes de Atwater, consideran la digestibilidad media de los nutrientes y la oxidación incompleta de los protidos; son, por lo tanto, inferiores al calor de combustión. Estos también son valores medios: en algunas tablas se pueden encontrar coeficientes más específicos (FAO/OMS, 1973).

El alcohol etílico aporta 7 kcal/g, energía no utilizable para el trabajo muscular pero que bajo ciertas condiciones puede economizar calorías de glúcidos y lípidos.

V.1.1.2. LOS GLUCIDOS Y LOS LIPIDOS

En nuestra alimentación, los glúcidos y lípidos aportan lo esencial de la energía necesaria bajo una forma interconvertible, ya que pueden sustituirse los unos a los otros, en una gran proporción.

Los *glúcidos* que como final de la digestión (ver V.3.1.1.) y de la absorción, dan principalmente glucosa, constituyen una fuente de energía, rápidamente utilizable, de 4 kcal/g, como media. Contribuyen al mantenimiento de la glucemia en la proporción de 1 g de glucosa por litro de plasma. La glucosa sanguínea puede utilizarse directamente con fines energéticos o bien almacenarse, en débil proporción, bajo la forma de glucógeno y finalmente, cuando el aporte glucídico es excedentario con relación a las necesidades, convertirse en lípidos de reserva. Recordemos que la glucosa es el único metabolito energético del cerebro y de las células nerviosas. La fructuosa presenta el interés de tener un poder edulcorante más elevado que la glucosa o la sacarosa y absor-

* Según FAO/OMS (1971) y J. Trémolières (1973), ver bibliografía.

berse rápidamente; se utiliza fácilmente por el músculo o el hígado, sin reacción insulínica; puede convertirse parcialmente en lactato y glucosa y aumenta la síntesis de los ácidos grasos y la lipogénesis. El sorbitol, que es poco absorbido con un metabolismo también independiente de la insulina, se transforma por el hígado en fructosa.

Nuestra alimentación incluye polisacáridos, fácilmente utilizables (almidón, dextrinas, glucógeno), oligosacáridos poco o nada digestibles, como, por ejemplo, los α -galactósidos de las semillas de leguminosas. La celulosa es un polisacárido que comparte con la lignina, compuesto polifenólico no glucídico, la función de elemento de lastre en la alimentación y ejerce una acción favorable en el tracto digestivo. La celulosa y lignina, que son los principales constituyentes de las fibras vegetales, no son digeridos por el monogástrico y por tanto no tienen valor energético.

Los lípidos y los glúcidos son de fácil interconvertibilidad; los últimos permiten economizar otras fuentes de energía, especialmente proteínas y así no sobrecargar el régimen en materias grasas. La necesidad mínima de glúcidos, que sería del orden de 40 g/día, siempre se logra. Si el aporte glucídico es insuficiente, el hígado sintetiza glucógeno a partir de los lípidos de reserva y de los aminoácidos glicoformadores. La carencia total de glúcidos conduciría a desviaciones metabólicas: — formación de compuestos cetónicos (acetona) a partir de los lípidos, — esteatosis hepática (acumulación de lípidos en el hígado).

Los lípidos constituyen un aporte energético importante, con 9 kcal/g como media, energía recuperable a partir de la degradación de los ácidos grasos por β -oxidación y de la metabolización de la acetil-coenzima A resultante. El músculo cardíaco está adaptado para utilizar la energía de los ácidos grasos.

Los caracteres organolépticos de los lípidos tienen una función importante; su permanencia prolongada en el tracto gastro-intestinal, da una sensación de saciedad superior a la de otros nutrientes.

Los lípidos aportan ácidos grasos algunos de los cuales son indispensables porque el organismo no los sintetiza en cantidad suficiente; se trata de los ácidos linoléico (C 18: 2, n-6, n-9) y araquidónico (C 18 : 4, n-6, n-9, n-12, n-15). Sin embargo, conviene resaltar que el ácido araquidónico se sintetiza a partir del ácido linoléico. Estos ácidos grasos están implicados en la síntesis de los lípidos de estructura y membranas; el ácido araquidónico es un precursor directo de hormonas, las prostaglandinas. La carencia de ácidos grasos indispensables conduce, en los jóvenes, a un retraso en su crecimiento y a desórdenes cutáneos. En los adultos, los efectos son menos acusados a causa de la abundancia de reservas presentes en el tejido adiposo. El ácido α -linoléico (C 18 : 3, n-3, n-6, n-9) resultaría nocivo en cantidad excesiva, pues perturbaría la síntesis de las prostaglandinas, a partir del ácido araquidónico. El ácido γ -linoléico (C 18 : 3, n-6, n-9, n-12), sintetizable a partir del ácido linoleico, es un intermediario normal para la síntesis del ácido araquidónico. Los ácidos grasos insaturados de cadena larga (aceites de crucíferas y aceites de pescados marinos) son mal utilizados. Al ácido erúxico (C 22: 1, n-9) del aceite de colza lo hacen responsable de esteatosis cardíacas y lesiones de miocardio. Sin embargo, se resalta que otros aceites de crucíferas, pobres en ácido erúxico (como son el de canbra = *Canadian brassica*) también originan en la rata la aparición de lesiones de miocardio, pero las infiltraciones lipídicas son mucho menos evidentes e incluso, a veces, faltan.

El colesterol es un constituyente normal de los lípidos y del organismo. Una alimentación normal aporta 500 a 700 mg/día. Además, el hígado sintetiza 1,2 g/día,

una parte del cual se vierte, con las sales biliares, en el intestino por el conducto biliar; en parte es reabsorbido, realizándose así un ciclo entero-hepático. El colesterol constituye un precursor metabólico indispensable de los ácidos biliares, de las hormonas esteroides (estrógenos, andrógenos, corticosteroides ...) así como esteroides cutáneos que, por irradiación, suministran al organismo una fuente endógena de vitaminas D. El colesterol está implicado en el transporte de lípidos por la sangre, en la permeabilidad de las membranas celulares.

En fin, los lípidos alimentarios tienen el interés de aportar simultáneamente vitaminas liposolubles (A, D y E) así como los pigmentos que tienen asociados.

Los lípidos del organismo sufren una renovación importante en la que la sangre constituye la encrucijada central. Los lípidos sanguíneos se encuentran bajo la forma de triglicéridos, colesterol y ácidos grasos libres y especialmente como lipoproteínas complejas (quilomicrones, pre β - y β -lipoproteínas). El tejido adiposo está constituido por lípidos de reserva, cuya composición en ácidos grasos refleja bastante bien la naturaleza de los lípidos alimentarios. Las grasas llamadas de producción (leche y huevos) son mucho más específicas, porque los ácidos grasos constitutivos, se sintetizan fundamentalmente a partir de unidades acéticas de metabolismo intermediario. Es por tanto difícil de modificar de una manera apreciable la composición de los lípidos de la leche de vaca, salvo que se protegieran los ácidos grasos alimentarios contra las modificaciones y reacciones de hidrogenación que se efectúan en el rumen.*

En ciertos aspectos, los lípidos constituyen una especie de impase metabólico. Si la conversión de glúcidos o prótidos en lípidos es relativamente fácil, los procesos inversos son más difíciles: esto explica la facilidad por la que algunos organismos tienden a la obesidad.

V.1.1.3. LA NECESIDAD PROTEICA

El organismo tiene una imperiosa necesidad de nitrógeno y especialmente de aminoácidos indispensables. Las fuentes de proteínas alimentarias son siempre costosas y tienen aptitudes muy distintas para cubrir la necesidad de nitrógeno.

Las proteínas tienen *numerosas funciones*: los aminoácidos y las proteínas son los constituyentes plásticos de las células y tejidos. Las proteínas realizan diversas funciones, como por ejemplo:

- actividades enzimáticas, las enzimas son parcial o totalmente de naturaleza proteica;
- constitución de las hormonas proteicas;
- funciones antiinfecciosas y como antígenos: los anticuerpos, soportes de los mecanismos de defensa inmunitaria del organismo, son γ -globulinas;
- mecanismos de detoxicación efectuados por algunos aminoácidos: la metionina permite conseguir la metilación de algunos residuos; la cistina y la glicina permiten la eliminación de sustancias tóxicas bajo forma conjugada;
- contracción muscular;
- transportes activos en membranas, controlados por proteínas específicas; almacenamiento de algunas formas de reserva de elementos minerales, tóxicos o no, bajo la forma de metaloproteínas; regulación de intercambios de agua y de electrolitos entre los compartimentos corporales;
- función de sostén y protección en los huesos, piel, tejidos, etc.

* digestión y absorción de los lípidos; ver V.3.1.1.

Por tanto, resulta evidente que la mínima perturbación del estado nutricional proteico, puede tener consecuencias graves y frecuentemente irreversibles.

Las *proteínas del organismo* "se gastan" rápido; en algunos tejidos tal como el hígado o la mucosa intestinal, se modifican y renuevan constantemente, en el periodo de unos días. La verdadera significación de las necesidades de nitrógeno, se fundamenta en este estado de equilibrio dinámico. Los aminoácidos libres plasmáticos y musculares tienen, pues, un doble origen: exógeno, o sea los que provienen de la alimentación, y endógeno, suministrados por el catabolismo proteico. Estos aminoácidos, que perdieron su especificidad de origen, se utilizan para la síntesis proteica o se desaminan dando lugar a la formación de urea, eliminada por el riñón. Una serie de cambios también utilizan reacciones de transaminación y transmetilación. Es la falta de sincronización entre el catabolismo y anabolismo, lo que origina la necesaria eliminación de nitrógeno. Las posibilidades de reserva de proteínas indiferenciadas resultan prácticamente nulas, pues la mínima reducción del potencial de síntesis, motiva un despilfarro de aminoácidos y proteínas alimentarias.

Históricamente, la primera preocupación del nutricionista fue conocer la *necesidad cuantitativa* de nitrógeno o proteínas.* Esto se fundamenta en que normalmente el adulto está en equilibrio nitrogenado y ajusta sus gastos al aporte. El equilibrio se establece para niveles de ingestión que van de 20 a 150 ó 200 g de proteínas por día. Resulta, por tanto, ilusorio tratar de determinar una necesidad basándose sólo en resultados del balance, puesto que hay tantos estados de equilibrio como niveles de ingestión. Sin embargo, esta ley del equilibrio nitrogenado, está limitada "inferiormente" por un margen de ingestión, debajo del cual el organismo excreta una cantidad obligatoria de nitrógeno, llamada por Terroine, el Gasto Endógeno Específico; es del orden de 0,2 g de materias nitrogenadas por kg de peso corporal y día y está en relación con el metabolismo de base.

No obstante, se puede ya considerar que en las condiciones de alimentación de los países occidentales, la necesidad proteica global es del orden de 1 g/kg/día. Naturalmente, los periodos de crecimiento, gestación, lactancia, etc. originan otras necesidades suplementarias. En el joven, el balance de nitrógeno, tiene que ser positivo y las necesidades son del orden de 2 g proteínas/kg/día. El buscar la máxima velocidad de crecimiento para el niño, no resulta probablemente aconsejable. La leche materna, que contrariamente a la leche de vaca, sólo aporta 18 g proteína/l, es decir, 8 % de calorías proteicas, permite un crecimiento relativamente lento en el lactante, cuyas necesidades son de 2,5 g proteínas/kg/día, a la edad de un mes; las necesidades proteicas quedan así satisfechas por la leche materna. Durante la gestación y especialmente durante el último tercio, un aporte cotidiano suplementario de 5 a 10 g de proteínas, permite cubrir las necesidades del feto y de la madre, capaz entonces de constituir reservas. La lactancia también necesita un aporte suplementario de 10 a 20 g de proteínas/día, según la cantidad de leche segregada. Las mujeres que durante estos periodos reciben normalmente una ración proteica abundante, no tienen necesidades especiales.

En realidad, la determinación cuantitativa de las necesidades proteicas, se encuentra con otra dificultad: la calidad nutricional de las proteínas alimentarias. La noción de

* La exigencia cuantitativa puede expresarse en nitrógeno o en proteínas, ya que estas últimas contienen una media de 16 % de nitrógeno. Por lo tanto, se admite:

$$\text{proteínas (g)} \equiv \text{N (g)} \times 6,25$$

valor biológico expresa la diferente capacidad de construcción o reemplazamiento de las proteínas corporales, por las proteínas alimentarias. El aspecto cualitativo de la necesidad reposa sobre la específica composición de las proteínas en aminoácidos; estos deben encontrarse en cantidades suficientes, en las proporciones precisas y de forma simultánea en los lugares de síntesis, para que pueda realizarse la proteínogénesis. La alimentación debería permitir el aporte cualitativo y cuantitativo de la veintena de aminoácidos necesarios. Algunos de ellos son fácilmente sintetizables por el organismo por transaminación a partir de ácidos α -cetónicos; se califican como no esenciales. Por el contrario ocho aminoácidos se consideran como *indispensables* o esenciales, porque el organismo sólo puede sintetizarlos en parte o bien no puede, y por tanto deben estar presentes en la alimentación, en cantidades apropiadas para permitir la síntesis proteica. La lisina y la treonina son totalmente no sintetizables por el hombre y la síntesis de los otros tiene una velocidad mínima o insignificante. La histidina se considera semi-indispensable, y es tanto más indispensable cuanto más rápida es la velocidad de crecimiento, tal como ocurre en los niños pequeños, y se convierte en aminoácido no esencial en el adulto. El Cuadro V-1 da una idea de las necesidades de aminoácidos indispensables.

La falta o carencia de un solo aminoácido indispensable tiene, especialmente para el joven en crecimiento, repercusiones más graves que una restricción proteica global. Por tanto, una proteína tendrá mayor valor biológico si aporta los aminoácidos y en particular los indispensables, en proporciones equilibradas. Se llama factor limitante el aminoácido que se encuentra en cantidad relativamente insuficiente con relación a los otros. Como norma general, las proteínas animales están bastante bien equilibradas, a pesar de algunas carencias de aminoácidos azufrados o de isoleucina. La lisina es el factor limitante primario de las proteínas de cereales. Las proteínas de leguminosas son básicamente deficientes en metionina. Existe una fuente proteica cuyo equilibrio se considera como excelente: las proteínas del huevo entero. Las proteínas de la leche también presentan un buen equilibrio. Por eso se consideran como de referencia. El Comité Mixto de Expertos FAO/OMS (1973) propuso una combinación-tipo de aminoácidos, correspondiente a una proteína ideal, de eficacia óptima que resolvería perfectamente las necesidades del hombre a las diferentes edades (Cuadro V-1).

La *eficacia de las proteínas alimentarias* se valora de diferentes formas (Cuadro V-2). Los métodos químicos se basan sobre los análisis de aminoácidos y su comparación con una proteína de referencia, tal como, por ejemplo, la de huevo. El índice químico tiene el inconveniente de que sólo toma en consideración el factor limitante, por defecto. Se pueden calcular índices que tienen en cuenta el conjunto de los aminoácidos. El análisis químico no permite conocer la disponibilidad nutricional de los aminoácidos dosificados, pero las pruebas *in vitro*, permiten valorar, por ejemplo, la disponibilidad de lisina. Los métodos biológicos se fundan en experiencias con animales (la rata en crecimiento) o eventualmente el hombre. En fin, en los métodos microbiológicos se sustituye el animal por microorganismos, utilizando la proteína estudiada como sustrato; estos métodos son más idóneos para conocer la disponibilidad de algunos aminoácidos.

V.1.1.4. LAS NECESIDADES VITAMINICAS

Las vitaminas son sustancias presentes en mínimas cantidades en los alimentos, indispensables en pequeñas dosis para el crecimiento y equilibrio del organismo. Pertenecen a grupos químicos muy diferentes y su función principal, por no decir exclusiva,

Cuadro V-1
Necesidades en aminoácidos indispensables (Según FAO/OMS, 1973)

	Lactantes mg/kg/d	Niños mg/kg/d	Adultos mg/d	Combinación tipo FAO (1973) mg/g proteína
Histidina	30	0	0	-
Isoleucina	70 - 120	30	700	40
Leucina	160 - 230	45	1100	70
Lisina	100 - 160	60	800	50
Metionina + cistina*	60	27	1100	35
Fenilal- nina + tirosina**	125	27	1100	60
Treonina	90 - 120	35	500	40
Triptofano	20	4	250	10
Valina	90 - 110	33	800	50

* La cistina, sólo puede cubrir un tercio de las necesidades en aminoácidos azufrados.

** La tirosina, sólo puede cubrir un tercio de las necesidades en aminoácidos aromáticos.

Cuadro V-2
Algunos criterios de evaluación de proteínas

METODOS QUIMICOS	
- análisis de aminoácidos (AA)	
- índice (o rango) químico	$= \frac{\text{contenido en AA limitante}}{\text{contenido del mismo AA en la proteína de referencia}} ; \%$
- relación A/E	$= \frac{\text{contenido en un AA indispensable}}{\text{suma de los AA indispensables}} ; \%$
- relación A/T	$= \frac{\text{contenido en un AA indispensable}}{\text{suma de AA totales}} ; \text{mg AA/100 g de proteína - ó 16 g de nitrógeno}$
- relación E/T	$= \frac{\text{suma de AA indispensable}}{\text{suma de AA totales}} ; \text{mg AA/100 g de proteína - ó 16 g de nitrógeno}$
- pruebas de digestibilidad <i>in vitro</i> : medida de la liberación de aminoácidos mediante enzimas proteolíticas.	
METODOS BIOLOGICOS	
- crecimiento	CEP : Coeficiente de eficacia proteica; crecimiento/proteínas ingeridas. (PER Protein Efficiency Ratio)
- Retención de nitrógeno (análisis del animal).	UPN : utilización proteica neta; N fijado/N ingerido. (NPU . Net Protein Utilization).
- balances nitrogenados	CUD : coeficiente de utilización digestiva o digestibilidad; N absorbido- N ingerido
	VB : valor biológico; N fijado/N absorbido
	NPU x CUD x VB
- aminoácidos libres plasmáticos y musculares	

Cuadro V-3
Valor nutricional medio de proteínas alimenticias
(media y cifras extremas)

proteínas	principales factores limitantes	índice químico	PER	NPU	CUD	VB
huevo		100	3,9	94	97	94
leche y productos lácteos	aminoácidos azufrados isoleucina	60 (55-70)	3,1 (2,8-3,2)	77 (70-80)	97 (96-98)	82 (80-85)
pescado	triptófano isoleucina	65 (60-70)	3,5	80	95	76
carne	aminoácidos azufrados	65	2,3	70	97	74
aves	valina	(63-69)			(93-99)	
cereales	lisina isoleucina	50 (30-55)	1,7 (1,1-2,3)	55 (40-65)	90 (80-95)	62 (50-75)
semillas oleaginosas	isoleucina lisina	50 (40-60)	1,9 (1,8-2,2)	55 (50-60)	80 (79-84)	68 (62-70)
leguminosas	aminoácidos azufrados triptófano valina	40 (30-55)	1,6 (0,9-2,1)	45 (30-60)	83 (70-90)	60 (45-70)

Cuadro V-4
Nomenclatura de las vitaminas
(principales sinónimos y derivados)

<i>vitaminas liposolubles</i>	<i>vitaminas hidrosolubles</i>
. vit A, retinol, axeroftol, vit. antixeroftal- mica	. vit B ₁ , tiamina, vit. antiberiberica.
. vit D, vit. antirraquítica, vit D ₂ : ergocalci- ferol vit D ₃ : colecalci- ferol	. vit B ₂ , riboflavina . vit B ₆ , pyridoxina.
. vit E, tocoferol	. vit PP, vit. antipelagrosa ácido nicotínico y sus derivados (niacina, nicotinamida)
. vit K, vit. antihemorrágica. filoquinona menadiona (K ₃) = de síntesis	. vit H, biotina . vit B ₁₂ , cianocobalamina
. vit F, ácido linoléico	. ácido fólico, ácido pteroilglutamico . ácido pantoténico . vit C, ácidos ascórbico y dehidroascórbico

es participar en el control de las actividades enzimáticas, a nivel de todas las vías del metabolismo. Corrientemente, se clasifican en liposolubles e hidrosolubles, clasificación que no se fundamenta en caracteres estructurales o funcionales (Cuadro V-4).

Las carencias o avitaminosis se traducen por:

- síntomas generales y poco específicos: retardo o paralización del crecimiento; alteraciones cutáneas (en la mayoría de las avitaminosis del grupo B); anorexia o pérdida del apetito (avitaminosis A, B₁, C);
- síntomas específicos que afectan a diferentes órganos y tejidos o ciertas funciones fisiológicas; por ejemplo, huesos y metabolismo del fósforo y del calcio (vitamina D); visión (vitamina A); integridad de los tejidos musculares (tocoferoles); integridad de las membranas celulares (vitaminas A, E, C); metabolismo de los lípidos del hígado (colina); sistema nervioso (tiamina, niacina); hematopoyesis (vitamina B₁₂, ácido fólico); funciones genitales (vitaminas A y E); etc.

Algunas avitaminosis (vitaminas A, E, B₂, B₁₂, niacina, ácido pantoténico, biotina) son teratógenas.

Las alteraciones clínicas y metabólicas por carencia, dan una idea de las funciones fisiológicas de las vitaminas. Sin embargo, es muy difícil de establecer una relación precisa entre el papel funcional de una vitamina, tal como resulta de la sintomatología y la función metabólica conocida, especialmente al nivel de actividades enzimáticas. La

mayoría de las vitaminas del grupo B entran en la constitución de cofactores enzimáticos: riboflavina, en la flavino-adenina-dinucleótido o FAD; niacina en la nicotina-adenina-dinucleotido o NAD; ácido pantoténico en la coenzima A o CoA; la piridoxina controla las transaminasas; la vitamina B₁₂ y el ácido fólico la transmetilasas; la tiamina la piruvato-decarboxilasa. Algunas vitaminas (vitaminas A, E, K, B₆, biotina) actúan a nivel de síntesis de la fracción protéica de algunas enzimas. Otras (vitaminas B₁, B₆, niacina, ácido pantoténico, vitamina A) intervienen en la síntesis de compuestos esteroideos, precursores de hormonas. La vitamina D estimula la síntesis de una proteína específica, que permite el transporte activo del calcio en la mucosa intestinal. La biotina y la piridoxina controlan la síntesis proteica de los anticuerpos. En fin, las vitaminas A, E, C preservan la integridad de las estructuras celulares y subcelulares (membranas, lisosomas). Las necesidades vitamínicas aumentan en los estados de "stress" y durante numerosas enfermedades.

Las múltiples interrelaciones metabólicas en las que están implicadas las vitaminas, así como los fenómenos de sinergismo o antagonismo (ver V.3.1.2.), las posibilidades de tener vitaminas en reserva, después de aportes abundantes, o los efectos anorexígenos de ciertas avitaminosis hacen que las carencias vitamínicas puras son muy raras; lo que sí se observa sobre todo son policarencias. Por esta razón, resulta ilusorio formular necesidades vitamínicas muy exactas.

V.1.1.5. LA NECESIDAD HIDROMINERAL

La *necesidad de agua* es primordial entre el conjunto de necesidades nutricionales. El agua es el elemento fundamental del medio celular; interviene en todos los procesos metabólicos, en el equilibrio osmótico; participa en la regulación térmica, en las secreciones digestivas, en la eliminación de residuos, etc. Sus necesidades son de 1.000 a 3.000 ml/día en el niño y de 2.000 a 2.500 ml/día en el adulto, repartidas entre el

Cuadro V-5
Necesidades vitamínicas medias

vitaminas	unidades (a)	niño (b) (por día)	adulto (por día)
A	UI	2000 - 5000	3000 - 6000
D	UI	300 - 500	300 - 500
E	mg	5 - 10	10 - 20
K	mg	sintetizable	
tiamina	mg	0,5 - 1,5	1 - 2
riboflavina	mg	1 - 2	1,5 - 2
ácido pantoténico	mg	3 - 5	5 - 10
niacina	mg	5 - 15	15 - 20
piridoxina	mg	0,5 - 2	2 - 2,5
biotina	mg	0,1 - 0,2	0,1 - 0,3
C	mg	30 - 50	40 - 60
B ₁₂	ug	0,5 - 2	2 - 4

- (a) vitamina A : 1 UI = 0,3 µg retinol
 = 0,6 µg caroteno
 = 0,34 µg acetato de retinol
 vitamina D : 1 UI = 0,025 µg vitamina D₃ cristalizada
 (b) según edad y talla

agua de bebida (0,5 a 2 l/día), el agua de los alimentos (0,5 a 2 l/día), el agua metabólica producida por oxidación celular de nutrientes (en torno a 350 ml/día).

Los *elementos minerales* necesarios al organismo se pueden clasificar en dos categorías, según la magnitud de su necesidad: los macroelementos (necesidades del orden de g/día) y los oligoelementos (necesidades del orden de mg/día o menos). Las materias minerales presentan un evidente papel plástico con relación a los huesos, pero también intervienen en otros tejidos y secreciones del organismo (leche). Los elementos minerales juegan papeles funcionales importantes, de naturaleza metabólica activando numerosos sistemas enzimáticos, de naturaleza fisicoquímica al controlar el pH, la neutralidad eléctrica, los gradientes de potencial electroquímico; también entran en la constitución de compuestos de determinada significación fisiológica (ácido clorhídrico de las secreciones gástricas; yodo de las hormonas del tiroides; hierro de la hemoglobina, etc).

El *calcio y el fósforo*, representan las 3/4 partes de los elementos minerales del organismo y están localizados fundamentalmente en los huesos, que constituyen una reserva importante. La absorción del calcio y fósforo se realiza en el intestino, en sitios diferentes, previa hidrólisis de las sales cálcicas, fosfatos y compuestos orgánicos fosforados. El calcio ionizado puede ser absorbido activamente por un mecanismo controlado por una proteína de transporte, específica y dependiente de la vitamina D. La digestibilidad del calcio es del orden del 40 a 50 %, pero queda disminuida por un exceso de calcio, fósforo, presencia de oxalatos, fitatos, y ácidos grasos poco digestibles. Las sales de calcio solubles y fácilmente ionizables son fácilmente digestibles. La digestibilidad del fósforo varía del 10 a 90 %; las sales de fósforo insolubles en el agua (fosfato tricalcico, bicalcico, meta y polifosfatos, ácido fítico de los cereales enteros, etc.), son poco digestibles. El aprovechamiento metabólico del fósforo y del calcio no es sólo función de su disponibilidad a nivel digestivo, sino también de su relación y simultaneidad de aporte sobre los lugares de retención ósea; con referencia a esto se recomienda una relación Ca/P comprendida entre 1 y 2 para el adulto, aproximándose a 2 en el caso del niño; esta regla sólo es cierta si se consideran formas de digestibilidad equivalente. Las necesidades aumentan durante la gestación o la lactancia.

El *sodio, potasio y cloro*, son electrolitos cuyas funciones principales son mantener la neutralidad eléctrica y las presiones osmóticas en los compartimentos corporales. A nivel digestivo el cloruro de sodio aumenta la apetencia de los alimentos, despierta el reflejo de la sed y tendría un efecto favorable sobre el peristaltismo intestinal. Los aportes habituales de potasio (100 a 150 mEq/día) y de cloro (50 mEq/día) son siempre suficientes. El sodio representa en nuestra alimentación, por lo menos, 250 mEq/día, con considerables variaciones (equivalente a cerca de 6 g Na o 15 g NaCl), repartidos entre los 2/3 en los alimentos y un 1/3 bajo la forma de sal de sazónado. Este aporte es muy superior a las necesidades, las cuales no sobrepasan los 150 mEq en el adulto (es decir, 3,5 g Na o sea 8,6 g NaCl). El exceso de sodio tiene manifiesta influencia en los fenómenos de hipertensión arterial.

El *magnesio*, al igual que el calcio, es un moderador de la excitabilidad neuromuscular; está presente en la mayoría de nuestros alimentos. El *hierro, cobre, y cobalto* intervienen en la biosíntesis de la hemoglobina y formación de glóbulos rojos (hematopoyesis). El metabolismo del hierro se hace prácticamente en circuito cerrado; el hierro liberado en el intestino es, en gran parte, reabsorbido, por eso en el adulto los casos de carencias acusadas o anemias por falta de hierro, son muy raros, salvo después de fuertes hemorragias. Las necesidades son más altas en el niño y la mujer.

El yodo es esencial para el funcionamiento del tiroides; es aportado especialmente por los productos de origen marino; los alimentos corrientes son pobres. En las regiones alejadas del mar, se pueden ver signos de carencia (bocio, retardo de crecimiento); el remedio más eficaz es la adición de yoduros a la sal de cocina (en proporción de 1/10.000 a 1/100.000).

Cuadro V-6
Necesidades medias de elementos minerales

Elementos minerales	Unidades	Niños* (por día)	Adultos (por día)
Ca	mg	500 - 1200	600 - 1000
P	mg	500 - 1200	600 - 1000
NaCl	g	1 - 8	8 - 10
K	mg	-	3000 - 4000
Mg	mg	100 - 400	300 - 400
Fe	mg	10 - 20	10 - 20
Cu	mg	0,5 - 2	2,5 - 5
Mn	mg	2 - 6	3 - 9
Zn	mg	5 - 10	10 - 20
Co	mg	-	0,05 - 0,08
I	µg	50 - 150	100 - 150

* Según edad y peso.

V.1.2. EQUILIBRIOS NUTRICIONALES Y APORTES ALIMENTARIOS RECOMENDADOS

V.1.2.1. NECESIDAD DE EQUILIBRIOS NUTRICIONALES

Desde antiguo se buscó establecer reglas para una buena alimentación, ya sea bajo la forma de normas nutricionales o bien como recomendaciones conducentes a equilibrar los aportes entre sí. Las necesidades nutricionales son la suma de necesidades parciales y variables en función del estado fisiológico, actividad, medio, etc. Se considera que los individuos más vulnerables por sus exigencias nutricionales, son los niños cuyo desarrollo físico y mental está condicionado al estado de nutrición de los primeros años, así como las mujeres en estado de gestación y lactancia, aunque también es preciso mencionar las personas de edad. La resistencia a las enfermedades está muy condicionada por el estado nutricional.

El estudio de las necesidades nutricionales, de los factores de eficacia alimentaria y de las interrelaciones entre las necesidades (ver apartado V.3), indica que es necesario respetar algunos equilibrios. Todos los nutrientes son indispensables, y lo es tanto una vitamina en dosis de algunos miligramos por día, como los 500 ó 600 g de glúcidos y lípi-

dos que constituyen el aporte energético diario. Mantener determinados equilibrios nutricionales, puede ser más importante que tratar de satisfacer una necesidad, en valor absoluto.

Así, es necesario equilibrar las calorías de glúcidos, lípidos y proteínas entre sí, para evitar que aparezcan alteraciones de malnutrición, ya sea por excesos de calorías de glúcidos y lípidos (obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes) o de calorías proteicas (gota, artritis).

El aporte necesario tiene que ser satisfactorio en cantidad, pero también se necesita respetar un cierto equilibrio entre proteínas y calorías. La diversidad de proteínas alimentarias y especialmente su composición en aminoácidos, le confiere calidades nutricionales desiguales pero frecuentemente complementarias. Por eso, se recomienda asociar las proteínas animales, más ricas en aminoácidos indispensables, especialmente lisina, con las proteínas de origen vegetal, de valor biológico generalmente inferior. Una proporción del 30 al 40 % de proteínas animales, con relación al aporte proteico total, garantiza al individuo la satisfacción de sus necesidades en aminoácidos indispensables.

Del mismo modo, un equilibrio razonable entre los aportes de materias grasas alimentarias, evita los excesos de ácidos grasos saturados y colesterol (ver V.2.2.) aportados por los lípidos de origen animal, sin caer en los riesgos de carencias de ácidos grasos insaturados indispensables, tales como el ácido linoléico, de los que son más ricos los lípidos de origen vegetal.

Las vitaminas son indispensables, en mínimas dosis, en nuestra alimentación; resultan necesarias para el control del conjunto de las reacciones metabólicas e intervienen en los procesos de asimilación y transformación de nutrientes. Es decir, las exigencias vitamínicas dependen del equilibrio con los demás componentes del régimen. Así, por ejemplo, una alimentación rica en glúcidos, aumenta las necesidades de tiamina.

Como conclusión, se puede establecer que es difícil mantener todos los equilibrios nutricionales aconsejables. Pero, a pesar de esto, la cuestión es primordial a escala del individuo y continúa siendo más importante que las necesidades estandarizadas, cuya interpretación resulta, a veces, ilusoria. *El Cuadro V-7* concreta algunos equilibrios nutricionales recomendados: como se ve, lo fundamental de las necesidades depende poco más o menos, de satisfacer las necesidades energéticas. Dicho de otra forma, la mayoría de las necesidades pueden expresarse en función del aporte energético y están relacionadas a este último.

V.1.2.2. APORTES NUTRICIONALES RECOMENDADOS

Las normas nutricionales — o “standards” — son cantidades recomendadas y consideradas como las más aptas para cubrir las necesidades nutricionales de los individuos y mantener su salud, actividad normal y bienestar. Existe un gran número de normas nutricionales, propuestas por diferentes organismos nacionales e internacionales:

- dependientes de Naciones Unidas:
 - las recomendaciones del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, cuyos datos más recientes se refieren al 1973;
- en los Estados Unidos, dependiente del USDA (United States Department of Agriculture).
 - los standards o US-RDA (U.S. Recommended Dietary Allowances de la FDA) (Food and Drug Administration);

Cuadro V-7
Principales equilibrios nutricionales

APORTE ENERGETICO – DISTRIBUCION DE LAS FUENTES DE CALORIAS

calorías de glúcidos (a) : 55-65 %)
" de lípidos : 25-35 %) de las calorías totales
" de prótidos : 10-15 %)

(a) también incluye las calorías alcohólicas (7 kcal/g) que no deben sobrepasar, en ningún momento, el 10 % de las calorías totales

los alimentos energéticos representan las 9/10 de la ración

glúcidos : 300 – 400 g/día
lípidos : 60 – 90 g/ día
prótidos : 60 – 90 g/día

APORTE PROTEICO

proteínas animales \geq 30 % de las proteínas totales
necesidades en aminoácidos indispensables = 35 % del aporte proteico total,
con la condición que estén equilibrados entre sí

necesidades en aminoácidos azufrados : $\frac{\text{MET}}{\text{MET} + \text{CIS}} = 0,5 \text{ a } 0,6$

necesidades en aminoácidos aromáticos : $\frac{\text{FEN}}{\text{FEN} + \text{TIR}} = 0,5 \text{ a } 0,6$

APORTE DE LIPIDOS

$\frac{\text{lipidos animales}}{\text{lipidos vegetales}} = \frac{1}{1}$

necesidades mínimas en ácido linoleico = 1 a 2 % del aporte calórico total
(2-4 g/día)

grasas libres añadidas a la alimentación \leq 50 % de los lípidos totales
(50 g/ día)

colesterol : 500 - 700 mg/día, máximo

APORTE HIDROMINERAL

agua : 1 g/kcal metabolizable

relación Ca/P = 1 a 1,5

APORTE VITAMINICO

Las vitaminas B deben estar en equilibrio con el aporte energético.

tiamina : 0,4 mg/1000 kcal metabolizables

riboflavina : 0,5 " " "

niacina : 6-7 mg/1000 kcal metabolizables

- en Gran Bretaña, dependiente del MRC (Medical Research Council): las recomendaciones de la Nutrition Society;
- en Francia: las recomendaciones del INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Medicale, antiguamente INH, Institut National d'Hygiène);
- etc.

El cuadro V-8 resume algunas recomendaciones del INSERM (1969), de la FAO/OMS (1973), del NRC (1973), en lo referente a los aportes de calorías y proteínas. En el adulto, estos aportes son ciertos para un individuo considerado como referencia: hombre de 65 kg, mujer de 55 kg, edad de 20 a 29 años, moderadamente activos. Hay propuestos factores de corrección para las necesidades energéticas que tienen en cuenta las variaciones de actividad física, peso corporal, edad, clima, etc. Las recomendaciones de aporte proteico de la FAO dependen del valor biológico de las proteínas y se expresan en función del índice químico (tal como 100, 80, 70, 60). Se notará que las normas INSERM son sistemáticamente más elevadas, cualquiera que sea la edad considerada.

La determinación de normas nutricionales aún es bastante empírica: se fundamenta a menudo sobre observaciones de hechos, encuestas de consumos que se practican

Cuadro V-8
Aportes energéticos y proteicos recomendados

	Aportes energéticos kcal/día			Aportes proteicos g proteínas/día		
	FAO/OMS 1973	NRC 1973	INSERM 1969	FAO/OMS 1973 (c)	NRC 1973	INSERM 1969
Lactantes						
0 - 3 meses	120/kg	} 117/kg	-	-	} 2,2/kg	-
3 - 5 meses	115/kg		-	-		-
6 - 8 meses	110/kg	} 108/kg	-	14 - 23	} 2,0/kg	-
8 - 12 meses	105/kg		-			-
Niños						
1 - 3 años	1360	1300	1300	16 - 27	23	50
4 - 6 años	1830	1800	1700	20 - 34	30	60
7 - 9 años	2190	2400	2100	25 - 41	36	70
Adolescentes - H						
10 - 12 años	2600	} 2800	2500	30 - 50	} 44	80
13 - 15 años	2900		3000	37 - 62		105
16 - 19 años	3070	3000	3000	38 - 63	54	100
Adolescentes - M						
10 - 12 años	2350	} 2400	2500	29 - 48	} 44	80
13 - 15 años	2490		2600	31 - 52		100
16 - 19 años	2310	2100	2400	30 - 50	48	85
Hombre adulto (a)	3000	3000	3000	37 - 62	54	90
Mujer adulta (b)	2200	2100	2400	29 - 48	46	75
Embarazada	2550	2400	2750	+8 a +15	+30	100
Lactancia	2750	2600	3000	+17 a +28	+20	115

(a) peso medio = 65 kg, moderadamente activo

(b) peso medio = 55 kg, moderadamente activo

(c) valores extremos, función del índice químico; el valor inferior corresponde a proteínas de IQ = 100; el valor superior a proteínas de IQ = 60.

sobre individuos, activos, de excelente salud, considerados como referencia media y que se completan por encuestas epidemiológicas. Los métodos factoriales, basados sobre el análisis detallado de gastos y las técnicas de balances, conducen sistemáticamente a recomendar niveles de aportes muy bajos, que parecen insuficientes para satisfacer las necesidades. No obstante, este es el sistema adoptado por el Comité Mixto FAO/OMS, en 1973, para determinar las necesidades proteicas de seguridad, aquí reproducidas; sin embargo, en el cálculo se tuvieron en cuenta una serie de factores para mejorarlos. El Dr. Passmore llamó la atención (1973) de que las necesidades proteínocalóricas, así definidas corresponden a un aporte en calorías proteicas de un 8 %, lo que puede ser insuficiente, al menos a largo plazo.

Es difícil considerar estas recomendaciones como normas categóricas, ya que algunas están basadas en datos más o menos empíricos. Además, el individuo tiene la posibilidad de adaptarse a niveles de nutrición muy variados. Por otro lado, las condiciones nutricionales anteriores, especialmente durante el periodo prenatal, tienen consecuencias muy importantes. Un aporte proteínocalórico bajo, retarda el crecimiento, reduce la talla, hace al individuo más vulnerable a las enfermedades infecciosas y parasitarias, etc. Inversamente, aportes muy elevados acortan la vida y predisponen al desarrollo ulterior de enfermedades de degeneración (enfermedades cardiovasculares, obesidad). Otra dificultad, reside en el hecho de que la eficacia de los nutrientes y por tanto las necesidades, dependen de numerosas interrelaciones, ritmos alimentarios y comportamientos. Además, las necesidades varían según los grupos étnicos, la estatura de los individuos, el nivel de actividad física y las condiciones ecológicas. Por último, las variaciones entre individuos son, algunas veces, considerables; se conocen obesos que comen poco y personas delgadas que consumen mucho. Estas normas no tienen por lo tanto un valor individual riguroso; son un dato estadístico para un individuo medio, tomado en condiciones medias y resultan efectivas para cubrir las necesidades medias del 95 % de los individuos. Son francamente útiles para predecir el nivel global de consumo, a escala económica, durante los programas de planificación.

V.1.2.3. EMPLEO DE LAS TABLAS DE COMPOSICION DE ALIMENTOS

Se intenta que una tabla suministre el máximo de información exacta y de cifras sobre los alimentos, sus contenidos en principios nutritivos, valor energético y eventualmente sobre la digestibilidad y disponibilidad de nutrientes.

Pero las tablas, aun las más elaboradas resultan, necesariamente, incompletas porque están faltas de algunos valores, por deficiencias de análisis; además, los datos existentes sólo son medias, que hay que interpretar con prudencia. Los alimentos evolucionan en su composición en función de técnicas culturales, abonos para los productos vegetales o condiciones de crianza y alimentación para los productos animales. Los tratamientos tecnológicos también modifican la composición de los alimentos. Frecuentemente, los productos elaborados presentan una homogeneidad superior a la de los productos naturales brutos. Además, los residuos pueden representar más del 10 % de los alimentos frescos, comprados como tales; la mayoría de las tablas tienen esto en cuenta y por eso sólo dan la composición de la parte comestible.

Por tanto, no siempre es fácil conocer el valor nutricional de los alimentos a partir de las tablas. Merecen resaltarse algunos aspectos particulares; se refieren a los métodos de análisis adoptados.

El contenido en *proteínas* se expresa, por lo general, a partir de la determinación del nitrógeno total. Teniendo en cuenta que las proteínas contienen como media 16 % de nitrógeno, se admite, por acuerdo: proteína en g = 6,25 x N en g. Pero el coeficiente 6,25 es criticable, pues sólo es una media. Para los productos lecheros el factor de conversión es de 6,38 a 6,40; de 5,6 para la carne; 5,7 a 5,8 para las proteínas de cereales: 5,5 para el cacahuete y 5,7 para la soja. Las tablas deberían indicar siempre la cifra de conversión adoptada. Además, la dosificación del nitrógeno total no permite conocer las cantidades de nitrógeno uréico, amoniacal o nucléico. En fin, el análisis de los aminoácidos puede hacerse por vía química y cromatográfica o por vía microbiológica pero los resultados pueden discrepar un poco. La composición en aminoácidos de una proteína no es suficiente para predecir su valor biológico ya que es preciso tener en cuenta además la disponibilidad de los aminoácidos.

Los *lipidos* se dosifican por extracción o bien por saponificación; este último método es más específico de los lípidos, mientras que la extracción incluye todas las sustancias solubles en los disolventes orgánicos y en los lípidos. Estos dos métodos dan resultados diferentes.

Los *glúcidos* plantean más problemas. Frecuentemente, los glúcidos totales se obtienen por diferencia entre la materia orgánica y la suma de prótidos y lípidos. No se hace, en este caso, distinción entre los glúcidos asimilables (glúcidos solubles, almidón . . .) y los glúcidos no digestibles, tales como la celulosa. Incluso se incluye erróneamente en la fracción glucídica total, la lignina que no es un glúcido. El método de Weende permite dosificar una fracción llamada "celulosa bruta", que representa sólo una parte del glúcido total no digestible. El método de Guillemet y Jacquot dosifica por un lado los azúcares reductores totales y por otro los glúcidos insolubles en el ácido fórmico, es decir, la celulosa verdadera, así como la lignina. El insoluble en fórmico corresponde casi totalmente a la fracción indigestible (celulosa y lignina, que constituyen las fibras vegetales). Existen otros métodos más específicos, pero cada uno da resultados muy diferentes.

Se puede expresar el *valor calorífico* de los alimentos en energía bruta, a partir del calor de combustión, aunque lo más frecuente, es mediante el cálculo en energía metabolizable, según los coeficientes medios de Atwater o coeficientes específicos. La precisión de estos resultados depende, por lo tanto, de la dosificación de los constituyentes energéticos, glucídicos, lipídicos y protéicos.

El contenido en *vitaminas* puede tener una significación ilusoria, ya que una vitamina puede estar parcialmente no utilizable. En otros casos, algunas vitaminas se encuentran bajo la forma de provitaminas que tienen una actividad vitamínica parcial: es preciso considerar entonces los factores de conversión de las provitaminas en vitamina activa. A veces, en el caso de la vitamina A y los carotenoides, se expresa el contenido en carotenoides activos y no totales.