

LAS PROTEÍNAS EN LA NUTRICIÓN

Laura González-Torres, Alfredo Téllez-Valencia*, José G. Sampedro y Hugo Nájera.
Área Académica de Nutrición, *Área Académica de Farmacia, Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad
Autónoma del Estado de Hidalgo (Pachuca, Hgo. México).
E-mail: hnajera@uaeh.edu.mx



Introducción

La palabra Proteína, del griego “proteios” que significa “primordial” o “primer lugar”, fue sugerida por Berzelius para llamar así, al material que describiera el químico holandés Mulder en 1838 como “sustancia compleja” en cuya composición intervenía el nitrógeno (N), y la cual, era sin duda la más importante de todas las sustancias conocidas en el “reino orgánico”, sin la cual no parecía posible la vida sobre nuestro planeta (1). Aunque dentro del campo nutricional, no son las que aportan más energía, si son esenciales, pues las proteínas constituyen uno de los nutrimentos de mayor trascendencia en los seres vivos.

Existen muchas clasificaciones de las proteínas, dependiendo de su estructura, función, solubilidad, forma, etc., pero una clasificación general para estas, las divide en: *globulares* y *fibrosas*, las primeras son de forma esférica o parecida a ésta, contienen en su estructura hélices α y hebras β , además de estructuras no repetitivas (asas y giros) las cuales les proporcionan diseños compactos con funciones particulares, son solubles en agua; algunos ejemplos son: la insulina, albúmina, globulinas plasmáticas y numerosas enzimas. Las *proteínas fibrosas* son de forma alargada, su armazón es una repetición de elementos de estructura secundaria (hélices α y hebras β), éstas le confieren la forma de fibras cilíndricas observables al microscopio, son de baja solubilidad en agua, dentro de éstas se encuentran la queratina, miosina, colágeno y fibrina (2).

Las proteínas son macromoléculas las cuales desempeñan el mayor número de funciones en las células de los seres vivos. Forman parte de la estructura básica de tejidos (músculos, tendones, piel, uñas, etc.), durante todos los procesos de crecimiento y desarrollo, crean, reparan y mantienen los tejidos corporales; además desempeñan funciones metabólicas (actúan como enzimas, hormonas, anticuerpos) y reguladoras a saber: asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, eliminación de materiales tóxicos, regulación de vitaminas liposolubles y minerales, etc. (3).

Las proteínas son moléculas de gran tamaño formadas por una larga cadena lineal de sus elementos constitutivos propios, los aminoácidos (aa). Éstos se encuentran formados de un *grupo amino* (NH_2) y un *grupo carboxilo* ($COOH$), enlazados al mismo carbono de la molécula. Los aminoácidos se encuentran unidos por un *enlace peptídico* (enlace de un grupo amino con otro carboxilo perteneciente a otro aminoácido).

Existen veinte aminoácidos distintos, codificados en el material genético de los organismos, pueden combinarse en cualquier orden y repetirse de cualquier manera para dar lugar a estas macromoléculas. Una proteína típica está formada por unos cien o doscientos aa, lo que da lugar a un número muy grande de combinaciones diferentes. Y por si esto fuera poco, según la configuración espacial que adopte una determinada secuencia de aminoácidos, sus propiedades pueden ser totalmente diferentes, como consecuencia, realizar diferentes funciones. Tanto los carbohidratos como los lípidos tienen una estructura relativamente más simple comparada con la complejidad y diversidad de las proteínas.

Las moléculas con menos de 50 aminoácidos en sus cadenas y pesos moleculares bajos se denominan péptidos, las que pesan entre varios miles y varios millones de daltones (Da) se denominan polipéptidos. Los términos proteínas y polipéptidos a menudo se usan indistintamente para referirse a las mismas moléculas (4).

Aminoácidos esenciales

El ser humano necesita un total de veinte aminoácidos, de los cuales, 11 de ellos nuestro propio organismo los sintetiza y no necesitamos adquirirlos de la dieta, éstos son llamados no esenciales o dispensables. Los nueve restantes no somos capaces de sintetizarlos y deben ser aportados por la dieta. Los aminoácidos que adquirimos obligatoriamente de la dieta son los denominados aminoácidos esenciales, o actualmente llamados

indispensables, a saber: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina (y cisteína), fenilalanina (y tirosina), treonina, triptofano, y valina. Ya que la metionina es un precursor de la cisteína y la fenilalanina de la tirosina, estos aminoácidos se consideran normalmente en parejas. Si falta uno solo de ellos no será posible sintetizar ninguna de las proteínas en la que sea requerido dicho aminoácido (5). Esto puede dar lugar a diferentes tipos de desnutrición, según cual sea el aminoácido limitante, es decir, el aminoácido que no se encuentra en la proteína alimentaria y por tanto, no contribuye a la síntesis de nuevas proteínas. La histidina es un aminoácido esencial sólo para niños, ya que la privación de éste aa en bebés de 3 meses o menos, conlleva a la aparición de eczema como una forma de dermatitis. Ésta desaparece cuando la histidina es suplementada por medio de la dieta. El desorden genético del metabolismo de la histidina visto en algunos niños no permite que el aa se metabolice correctamente, lo que ocasiona que éste se acumule en sangre; aunque es poco común, causa defectos del habla, y déficit mental. Este problema parece no presentarse en adultos (6). El triptofano, la lisina y la metionina son los aa esenciales que representan mayores problemas para la nutrición humana, debido a que su carencia es típica en poblaciones que tienen difícil acceso a productos de origen animal, y en las cuales, los cereales o los tubérculos se convierten en la base de su alimentación. El déficit de aminoácidos esenciales afecta mucho más a los niños que a los adultos (7, 8).

El triptofano es un precursor del neurotransmisor serotonina. Éste modula los patrones de sueño y humor, y por ello su deficiencia se ha relacionado con trastornos depresivos. Sin embargo, a nivel nutricional su deficiencia representa un problema mayor, ya que es un precursor de la niacina (vitamina B₃) y la deficiencia de ambos tiene relación directa con la Pelagra (enfermedad característica por la presencia de dermatitis, demencia y diarrea), la cual se presenta en poblaciones cuya dieta esta basada en harina de maíz (escasa en este aminoácido) (9, 10).

La lisina es requerida en el cuerpo para la creación de carnitina, usada en el metabolismo de las grasas. Este aa estimula la síntesis de colesterol en el hígado. Cuando las dietas son altas en lisina y arginina (proteína animal) existe una correcta estimulación de la síntesis de colesterol, mientras que dietas bajas en estos aa no estimulan en gran medida la síntesis de colesterol. Comúnmente es un aminoácido limitante en dietas vegetarianas estrictas en las que está en poca cantidad en granos vegetales. También participa en la producción de colágeno y elastina, uniéndose a ellos; es una acción dependiente de la enzima lisiloxidasa la cual requiere cobre. Por lo tanto, la deficiencia de cobre, puede conducir a imperfecciones en el colágeno o elastina (11).

La metionina es usada en la manufactura de taurina, el cual es un aa importante para la función cardiaca, así como un neurotransmisor en el cerebro. Se ha encontrado que la deficiencia de metionina esta asociada a una ingesta de proteína de baja calidad. Su deficiencia también puede resultar en síntesis pobres de fosfatidilcolina, y otros fosfolípidos. Estas sustancias son esenciales para la función del sistema nervioso, así como para prevenir la aglutinación de células sanguíneas (12). La metionina también es convertida en homocisteína, la cual es nuevamente convertida en metionina por medio de la ruta de trans-sulfuración. La homocisteína no se debe acumular en el cuerpo, si esto sucede, se asocia a un riesgo creciente a la enfermedad cardiaca y aterosclerosis (enfermedad que se presenta en arterias coronarias). Una conversión pobre de homocisteína a metionina es causada por la deficiencia de vitamina B₆ en personas genéticamente susceptibles. Este defecto genético no permite una conversión adecuada de homocisteína a metionina. Esto se asocia con un riesgo elevado de aterosclerosis (13, 14).

En la Tabla 1 se muestran los requerimientos diarios de los 9 aminoácidos indispensables que, en 1985 publicaron, la Organización Mundial de la Salud, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y la Universidad de Naciones Unidas (WHO/FAO/UNU por sus siglas en inglés). Estas estimaciones son en base a miligramos por kilogramo de peso por día, y es valorado según el grupo de edad.

Tabla1. Requerimientos estimados de aminoácidos^a

Aminoácido	Requerimientos, mg / kg x día, por grupo de edad			
	Infantes, Edad 3-4 meses ^b	Niños, Edad ~2 años ^c	Niños, Edad 10-12 años ^d	Adultos ^e
Histidina	28	?	?	8-12
Isoleucina	70	31	28	10
Leucina	161	73	42	14
Lisina	103	64	44	12

Metionina más cisteína	58	27	22	13
Fenilalanina más tirosina	125	69	22	14
Treonina	87	37	28	7
Triptofano	17	12.5	3.3	3.5
Valina	93	38	25	10
Total sin histidina	714	352	214	84

^a De WHO (1985).

^b Basado en las cantidades de aminoácidos en leche materna o de vaca que proveen niveles que apoyan el buen crecimiento.

^c Basado en el balance de nitrógeno suficiente para apoyar la adecuada ganancia de tejido magro (16mg N / kg día).

^d Basado en el rango superior de requerimiento para un balance positivo de nitrógeno.

^e Basado en el estimado mayor de requerimiento para alcanzar el balance de nitrógeno

Proteínas completas, incompletas y complementarias

Las proteínas alimentarias a menudo se clasifican como “completas” o “incompletas” según su contenido en aminoácidos. Las proteínas completas son aquellas proteínas alimentarias que contienen los nueve aminoácidos indispensables en concentraciones suficientes para cubrir los requerimientos de los seres humanos. Las proteínas incompletas son proteínas alimentarias deficientes en uno o más aminoácidos de los nueve aminoácidos esenciales que deben ser proporcionados por los alimentos (15).

El concepto de proteínas complementarias está basado en la obtención de los nueve aminoácidos indispensables por la combinación de alimentos que tomados aisladamente serían considerados como proteínas incompletas.

Dos o más proteínas incompletas pueden ser combinadas de tal forma que la deficiencia de uno o más aminoácidos esenciales pueda ser compensada por otra proteína y a la inversa. Cuando se combinan, estas proteínas complementarias proporcionan todos los aminoácidos esenciales necesarios para el cuerpo humano consiguiendo un patrón equilibrado de aminoácidos que se usan eficientemente (16).

Otra forma de obtener aminoácidos indispensables es combinar una pequeña cantidad de una proteína completa con grandes cantidades de proteínas alimentarias incompletas.

Un ejemplo de combinación de proteínas complementarias es la mezcla de proteínas alimentarias de la soya y maíz o de la harina de trigo y la caseína. En estos casos la calidad de las proteínas de la mejor combinación excede a la de las fuentes proteicas proporcionadas individualmente, por lo que el efecto de combinarlas es sinérgico. En la Tabla 2 se muestran algunas combinaciones ideales para obtener proteína de mejor calidad.

Tabla 2. Combinaciones Excelentes de proteínas alimentarias (17)

COMBINACIONES EXCELENTES	EJEMPLOS
Granos – Leguminosas	Arroz/frijoles, sopa de chícharos / tostada, lenteja/arroz
Granos – Lácteos	Pasta/queso, budín de arroz, emparedado de queso
Leguminosas – Semillas	Garbanzo/semillas de sésamo como aliño, falafel o sopa
* Otras combinaciones, lácteos/semillas, lácteos/legumbres, granos/semillas, son menos eficaces en virtud de que las calificaciones químicas son similares y no se complementan eficazmente	

En el pasado, los nutriólogos consideraban que las proteínas incompletas tenían que consumirse al mismo tiempo para ser complementarias. Actualmente se acepta que las proteínas complementarias de los alimentos

consumidas a lo largo del día, en combinación con las reservas corporales de aminoácidos, generalmente aseguran un balance de aminoácidos adecuado (18).

Valor biológico de las proteínas

Como se mencionó anteriormente, el aprovechamiento de una proteína aislada no depende de su origen, intervienen muchos factores más, como son la combinación con otras proteínas, otras moléculas o nutrimentos, además de los procesos de digestión, absorción, o el hecho de que algunos aminoácidos puedan estar en formas químicas no utilizables, etc. El término "calidad proteica" se refiere a la capacidad de una proteína de la dieta para incorporarse en las proteínas corporales y se puede estimar a través de varios indicadores, dentro de los que se destaca el valor biológico o "calificación química". El valor biológico está definido como la proporción en que se encuentra un aminoácido indispensable limitante con respecto al patrón de referencia. Por definición, se entiende como aminoácido limitante a aquel en el que el déficit es mayor comparado con la proteína de referencia, es decir, aquel que, una vez realizado el cálculo, da un valor químico más bajo. La "proteína de referencia" es una proteína teórica definida por la FAO la cual tiene la composición adecuada para satisfacer correctamente las necesidades proteicas, la FAO ha propuesto a la proteína del huevo y la proteína de la leche humana como proteínas de referencia. Se han fijado distintas proteínas de referencia dependiendo de la edad, ya que las necesidades de aminoácidos esenciales son distintas en las diferentes etapas del crecimiento y desarrollo humano. Las proteínas de los cereales son en general severamente deficientes en lisina, mientras que las de las leguminosas lo son en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína). Las proteínas animales tienen en general composiciones más próximas a la considerada ideal (19, 20). En la dieta de los seres humanos se puede distinguir entre 2 tipos de proteínas, las de origen animal y las de origen vegetal. Dentro de las primeras, las que provienen de huevo, leche y derivados lácteos son consideradas como de excelente calidad; otras carnes (tejido muscular) como el pescado, res y aves contienen proteínas de buena calidad. De las proteínas vegetales, la proteína del frijol de soya es considerada de buena calidad, la contenida en cereales, harinas y la mayor parte de tubérculos y raíces vegetales está clasificada como de mediana calidad, y la mayoría de las frutas y verduras contienen proteína de baja calidad. Las proteínas de origen vegetal, tomadas en conjunto, son menos complejas que las de origen animal (21).

Prácticamente todos los alimentos contienen proteínas, aunque no en la misma concentración. En el medio no especializado y hasta en muchos textos de nutrición existe la idea, la cual es errónea, de que es importante el origen de la proteína, es decir, animal o vegetal. Si bien, las proteínas de origen animal son de mejor calidad, esto no quiere decir que las vegetales no se puedan aprovechar, o que su calidad se vea desmerecida.

Necesidades diarias de proteínas

En general, se recomiendan unos 40 a 60 g de proteínas al día para un adulto sano. La WHO y las RDA (del inglés Recommended Dietary Allowances) de EUA recomiendan un valor de 0.8 a 1.0 g / kg de peso al día para un adulto sano. Por supuesto, durante el crecimiento, el embarazo o la lactancia estas necesidades aumentan. La FAO ha planteado que la proteína de un alimento es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos en una cantidad igual o superior a la establecida para cada aminoácido requerido en una proteína de referencia o patrón, como la del huevo, que tienen una proporción de aminoácidos esenciales utilizables en un 100% (22, 23).

Digestibilidad de proteínas

Los aminoácidos en los alimentos no siempre están disponibles. La degradación de las proteínas, así como su absorción puede ser incompleta. El porcentaje promedio de digestión y absorción en proteínas de origen animal es alrededor de un 90%, siendo el de las proteínas de origen vegetal de sólo un 60 a un 70% aproximadamente.

Hay varias razones que limitan la digestibilidad de ciertas proteínas:

- Conformación de la proteína: las proteasas atacan a las proteínas fibrosas insolubles más lentamente que a las proteínas globulares solubles. Pero, la digestibilidad puede ser fácilmente incrementada por la desnaturalización de la proteína, por ejemplo, por un tratamiento térmico previo.
- La unión a ciertos metales, lípidos, ácidos nucleicos, celulosa u otros polisacáridos, puede ver limitada parcialmente su digestibilidad.
- Factores antinutricionales como los inhibidores de tripsina o quimotripsina. Otros inhibidores afectan a la absorción de aminoácidos.

- El tamaño y superficie de la partícula donde se encuentran las proteínas. La digestibilidad de las proteínas de los cereales puede ser incrementada, por ejemplo, mediante el molido más fino de la harina.

Además, las diferencias biológicas entre individuos pueden afectar a la digestión de proteínas, así como a la absorción de aminoácidos. La edad es una de estas diferencias, pues en los primeros meses de vida no se encuentran presentes todas las enzimas necesarias para la correcta degradación de las proteínas, así como en los ancianos o adultos mayores se dejan de producir otras tantas enzimas y la digestión de estos nutrientes se vuelve cada vez más difícil. Algunos otros individuos pueden presentar defectos genéticos como deficiencia de enterocinasa o tripsinógeno, deficiencia de prolina dipeptidasa, síndrome de Hartnup (defecto en transporte de aminoácidos neutros), los cuales impiden que se produzcan enzimas para degradar ciertas proteínas, o que su degradación se lleve a cabo ineficazmente (24).

Medición de la calidad de las proteínas y digestión de proteínas

La medición de la calidad de la proteína también se determina mediante el cálculo de la cantidad de la misma que realmente utiliza un organismo. La *Utilización Neta de Proteína (Net Protein Utilization, NPU)* es el método usado más frecuentemente para este fin. Se lleva a cabo mediante el balance de nitrógeno (N), que está definido como la diferencia observada entre el nitrógeno ingerido y el excretado. El segundo es calculado como la suma de nitrógeno contenido en orina y heces, y en pérdidas a través de diferentes vías, como piel y sudor. La medición del balance de nitrógeno es difícil, ya que representa una diferencia pequeña en términos de cantidad de N consumido y excretado. Las diversas pérdidas de N son particularmente difíciles de medir, y a menudo se asume que son del orden de 5 - 8 mg / kg de peso por día. Caloway y col. en 1971 midieron las pérdidas de N en adultos sedentarios, y encontraron un promedio de pérdida de 9 mg / kg / día. En adultos sanos el balance es de cero. Es negativo cuando existe ayuno y en algunas formas de desnutrición proteico-energética. Durante el crecimiento, la gestación, y en adultos que están añadiendo masa muscular o recuperándose de alguna lesión o enfermedad, el balance debe ser siempre positivo (25, 26).

Otro tipo de medición y que a la fecha es la más confiable, es la Calificación de aminoácidos corregida para la digestibilidad de la proteína, que por sus siglas en inglés recibe el nombre de PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score). La Organización Mundial de la Salud y la FDA de Estados Unidos en 1993 adoptaron esta PDCAAS como el análisis oficial para valorar la calidad de la proteína, ya que está basado en:

1. El contenido de aminoácidos de una proteína alimentaria,
2. La digestibilidad
3. La capacidad para suministrar aminoácidos indispensables en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos de los seres humanos.

El contenido de aminoácidos usado como estándar para el PDCAAS está basado en los requerimientos de los preescolares de 2 a 5 años. Esto representa los requerimientos de aminoácidos de todos los grupos de edad excepto los niños menores de 2 años.

El valor más alto que una proteína puede llegar a alcanzar es 1.0. Esta puntuación significa que tras su digestión proporciona por unidad de proteína, el 100% o más de los aminoácidos indispensables requeridos por un preescolar de 2 a 5 años. Las puntuaciones por encima de 1.0 son redondeadas a 1.0. Cualquier aminoácido que exceda los requerimientos para construir y reparar los tejidos no se usará para la síntesis de las proteínas, sino que será catabolizado y eliminado del organismo o bien será almacenado en forma de grasas (27).

Conclusión

Aunque en la actualidad se realizan diferentes tipos de estudio para saber que cantidad de proteína consume un individuo y que calidad tiene, así como la digestibilidad que presenta; consideramos que, los esfuerzos de los nutriólogos deben centrarse en educar a las personas sobre la variedad y combinación en que los alimentos deben ser consumidos para hacer eficiente el aprovechamiento de nutrientes y lograr un nivel nutricional que conduzca hacia una mejor calidad de vida disminuyendo los riesgos de enfermar. La acción principal en nuestros días debe continuar con la prevención, no solo tratar y remediar.

Resumen

Las proteínas son biomoléculas presentes en los organismos vivos y llevan a cabo gran parte de las actividades celulares. Estas biomoléculas están formadas por 20 aminoácidos (aa) específicos en diferentes proporciones, los cuales son requeridos en diversas cantidades para formar o sintetizar una proteína dada. En los humanos, el organismo puede sintetizar algunos aa sin necesidad de obtenerlos de afuera y son llamados aminoácidos no esenciales. Sin embargo algunos de estos aa no los puede producir por sí solo y necesita obtenerlos del exterior (la alimentación) para así poder sintetizar proteína. Los aa son requeridos por nuestro organismo en diferentes proporciones, según la edad, actividad física y condición fisiológica. Dado que el organismo sintetiza proteína corporal con todos los aminoácidos esenciales, basta que haya uno en poca cantidad o ausente, para que la síntesis se vea afectada. No obstante, la combinación de alimentos que contengan alguno de los aminoácidos faltantes así como su digestibilidad en el organismo dará una excelente aportación de estos nutrimentos al organismo.

Palabras Clave: proteínas, aminoácidos esenciales, digestibilidad, proteínas alimentarias, Calidad de las proteínas.

Abstract

Proteins are biomolecules that performs most of the cellular activities in the cell. Protein function is largely diverse. They are formed basically by different proportions of 20 specific amino acids (aa). To synthesize a given protein, it is required therefore different amino acids quantities for each one. In humans, cell metabolism may supplied-aa (non essential) for protein synthesis; the rest of aa (essential) should be taken from diet. Essential aa are required in different proportions according to the age and physical activity. Therefore a good source for essential aa are such foods that contain most of them in relatively large quantities. Other wise, it is desirable to mix foods that complement the required quantities for each essential aa.

Keywords: proteins, essentials amino acids, digestibility, diet protein, quality proteins.

Referencias

1. Pacheco, L. D. 2004. Estructura y función de aminoácidos y proteínas, Estructura, función y clasificación de las enzimas. En: Bioquímica médica. (1a Ed). Grupo Noriega Editores. Editorial Limusa, México. pp: 95-194.
2. Cháñez-Cárdenas, M. E., D. A. Cisneros-Armas, L. del Pozo-Yauner, B. Becerril y D. A. Fernández-Velasco 2002. Enfermedades relacionadas al plegamiento anómalo de las proteínas. Mensaje Bioquímico Vol XXVI: 73-97
3. Garrett R. H., y C. M Grisham 2004. Biochemistry Brooks Cole Publisher. Charlottesville, VA, USA. p 1216.
4. McKee T. y J. R. McKee 2003. Bioquímica. La base molecular de la vida. Editorial McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España. p 773.
5. FAO/WHO/UNU. 1985. Protein Quality Evaluation. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. WHO Tech. Rep. Ser. No. 724. Geneva, WHO, Rome: FAO Food and Nutrition Paper No. 51, 1991
6. Levy H., R. Taylor y R. McInnes 1995. Disorders of Histidine Metabolism. En: The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease. Editores: Scriver Ch, Beaudet A, Sly W, Valle D. Editorial: McGraw-Hill; New York. pp 1107-1123.
7. Krieger I., M.D. Statler y M. Statler. 1987. Tryptophan deficiency and picolinic acid: effect on zinc metabolism and clinical manifestations of pellagra. Am J Clin Nutr 46: 511-7
8. Pacheco, L. D., *Op. cit.*
9. Krieger I. *et al, Op. cit.*

10. Mahan, L. K. y S. Escott-Stump. 2002. Nutrición y Dietoterapia de Krause. Editorial Mc Graw-Hill (10ª ed) USA. p 1115.
11. Basabe, B., L. Rossi, M. Ferrari y F. Branca 1999. Excreción urinaria de los entrecruzamientos del colágeno en la deficiencia moderada de Vitamina C. Rev. Cubana Aliment. Nutr. 13: 112-7
12. Forrellat, M., I. Gómis y H. Gautier du Défaix. 1999. Vitamina B₁₂: Metabolismo y aspectos clínicos de su deficiencia. Rev. Cubana Hematol. Inmunol. Hemoter. 15: 159-74
13. Mahan, L. K. y S. Escott-Stump, *Op. cit.*
14. Forrellat, M. *et al, Op. cit.*
15. Williams, S.R. 1995. Basic Nutrition and Diet Therapy. Mosby Publishers, 10ª edición. St. Louis, USA. p. 720
16. *Idem.*
17. Mahan, L. K. y S. Escott-Stump, *Op. cit.*
18. Young, V. R. y P. L. Pellett 1994. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. Am J Clin Nutr; 59: 1203S-1212S
19. Young, V. R. y P. L. Pellett, *Op. cit.*
20. Fennema, O.R. (2000). Química de los Alimentos. Edit. Acribia, 2ª ed. Zaragoza, España. p. 471- 480
21. Pacheco, L. D., *Op. cit.*
22. Young, V. R. y P. L. Pellett, *Op. cit.*
23. Fennema, O.R., *Op. cit.*
24. Jiménez-Salas, Z. y P. C. Cantú 2002. Genética y Nutrición Clínica. Revista Salud Pública y Nutrición. Vol 3 No.2 (http://www.respyn.uanl.mx/iii/2/ensayos/genetica_nutricion.html)
25. Mahan, L. K. y S. Escott-Stump, *Op. cit.*
26. Chupad, A. V. y M. Vaz 2000. Protein and amino acid requirements in the elderly. Eur. J. Clin. Nutr. 54: S131-S142
27. Schaafsma, G. 2005. The Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score (PDCAAS). A Concept for Describing Protein Quality in Foods and Food Ingredients: A Critical Review. JAOAC Int, 88: 988-994