

PROTEINAS Y AMINOACIDOS: CARACTERISTICAS Y SATISFACCION DE REQUERIMIENTOS CON DIETAS LATINOAMERICANAS

Benjamín Torún¹

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Guatemala, Guatemala, C. A.

RESUMEN

La dieta debe aportar suficiente nitrógeno y aminoácidos esenciales para satisfacer las necesidades del ser humano. La calidad proteínica de una dieta está relacionada con su digestibilidad, composición de aminoácidos, concentración de proteínas y factores dietéticos y de preparación que aumentan o reducen la biodisponibilidad de proteínas y aminoácidos esenciales. La ingestión de energía también influye en la eficiencia de utilización de las proteínas alimentarias.

Las dietas latinoamericanas tienen calidades proteínicas que varían entre países y entre grupos de distinto nivel socioeconómico de un país. La mayoría de las personas de clases pobre y medio-baja consumen dietas con un fuerte predominio de proteínas vegetales. Con frecuencia son voluminosas, con concentración proteínica y densidad energética relativamente bajas, y algunas veces no aportan suficiente cantidad de uno o más aminoácidos esenciales. En contraste, algunos sectores de población ingieren más de 50% de proteínas de origen animal, lo que podría ser un riesgo para la manifestación de enfermedades cardiovasculares.

Es factible mejorar la calidad proteínica de las dietas latinoamericanas modificando las proporciones de algunos alimentos, a fin de lograr una complementación de aminoácidos esenciales, aumentar la concentración de proteínas y, en algunos casos, aumentar su digestibilidad. Esto se ilustra con ejemplos de dietas para niños preescolares y personas adultas. En todo caso, es fundamental mejorar la calidad nutricional de las dietas en forma integral, a modo de que aporten todos los nutrientes y energía necesarios para el ser humano.

Manuscrito original recibido: 31-5-88.

1 Jefe del Programa de Metabolismo y Nutrición, División de Nutrición y Salud, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

INTRODUCCION

La dieta debe llenar las necesidades que el ser humano tiene de nitrógeno y de aminoácidos esenciales. La satisfacción de las necesidades de nitrógeno está relacionada con la cantidad de compuestos nitrogenados que son absorbidos por el intestino. Aun cuando los alimentos pueden contener sustancias tales como ácidos nucleicos, urea, fosfolípidos, creatina y aminoácidos libres, su aporte de nitrógeno es muy pequeño. Por consiguiente, la satisfacción de las necesidades de nitrógeno depende fundamentalmente de las proteínas alimentarias. Por otra parte los aminoácidos esenciales tienen ese calificativo porque el organismo humano no los puede sintetizar y deben provenir de las proteínas alimentarias.

Nitrógeno Total

La satisfacción de los requerimientos de N total depende de la *cantidad de proteínas* que la dieta aporte y de la *digestibilidad* de esas proteínas.

En lo que a la *cantidad de proteína alimentaria* se refiere, es importante tener en cuenta la *concentración de proteínas* en la dieta (g proteína/g de alimento). La concentración de proteínas de los alimentos crudos puede ser engañosa, ya que el volumen del alimento puede cambiar considerablemente durante su preparación o procesamiento. Por ello, se debe considerar la concentración proteínica de los alimentos cuando ya están preparados y listos para ser ingeridos.

Con una dieta que tiene una concentración baja (v.g., dietas predominantemente vegetarianas), es más difícil satisfacer las necesidades de N total de niños pequeños que con dietas que contienen alimentos de origen animal con altas concentraciones proteínicas (por ejemplo, carne, huevos, pescado), ya que el volumen de alimentos que el niño es capaz de ingerir, puede ser un factor limitante. La Tabla 1 muestra la concentración de proteínas en diversos alimentos crudos y preparados.

La proporción de nitrógeno alimentario que está disponible para el organismo humano depende primordialmente de la *digestibilidad de las proteínas* en la dieta. Según lo ilustra la Tabla 2, el nitrógeno de las proteínas de origen animal generalmente es mejor absorbido que el de las proteínas vegetales. También indica que la digestibilidad de algunas proteínas se puede modificar como consecuencia del procesamiento de los alimentos. Por ejemplo, la proteína aislada de soya es más digerible que la proteína de la harina de soya, y la proteína de la harina refinada de trigo es más digerible que la del trigo entero. La cocción también puede mejorar la digestibilidad de ciertas proteínas, como es el caso de las leguminosas, cuya digestibilidad proteínica aumenta después de cocinarlas o calentarlas para destruir los inhibidores de tripsina.

Aminoácidos Esenciales

El aporte alimentario de aminoácidos esenciales necesario para satisfacer los requerimientos de estos nutrientes depende de la *composición química de las proteínas* alimentarias, y del *grupo etario* de los individuos.

TABLA 1

CONCENTRACION DE PROTEINAS EN DIVERSOS ALIMENTOS
(g proteína/100 g alimento)*

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

* Calculado a partir de Tablas de Composición de Alimentos para América Latina y Centro América (1, 2).

En cuanto a su *composición química*, las proteínas que contienen cantidades suficientes de todos los aminoácidos esenciales son mejores que aquéllas que tienen la misma digestibilidad pero que son deficientes en uno o más de ellos, es decir, que contienen uno o más aminoácidos limitantes. La Tabla 3 muestra un detalle de los requerimientos de tales aminoácidos en distintos grupos etarios (5-8), aunque investigaciones recientes basadas en la oxidación de aminoácidos marcados con isótopos estables (9), sugieren que los requerimientos para adultos son mayores.

A partir de las cifras en la Tabla 3 y de las recomendaciones de ingestión de proteínas formuladas por FAO/OMS/UNU, se calcularon los patrones de aminoácidos esenciales que, como mínimo, deberían tener las proteínas de una dieta para aportar cantidades de aminoácidos adecuadas para cada edad, al ingerir esa dieta en cantidades que satisficieran los requerimientos de nitrógeno total (5). Ese patrón se expresa como mg de cada aminoácido esencial por gramo de proteína (Tabla 4). Sin embargo, en base a las investigaciones recientes antes mencionadas (9), el patrón de aminoácidos para adultos se asemeja al de los preescolares en la misma Tabla 4. Esto sugiere que la calidad proteínica es igualmente importante para adultos que para niños, y apoya la sugerencia de usar el patrón de aminoácidos esenciales de niños preescolares para toda edad, exceptuando a los niños lactantes.

TABLA 2

VALORES PROMEDIO DE LA DIGESTIBILIDAD "VERDADERA" DE LAS PROTEINAS DE DIVERSOS ALIMENTOS Y DIETAS COMUNES EN AMERICA*

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

* Calculados a partir de datos publicados por Torún, Young y Rand (3), Rand, Uauy y Scrimshaw (4), y OMS/FAO/UNU (5).

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

Calidad Proteínica de Alimentos y Dietas

La digestibilidad y composición química de una proteína permite predecir su valor nutricional en relación a una proteína de referencia. Esta última usualmente es la proteína de la leche, huevos o carne. Por ejemplo, si una proteína tiene una digestibilidad de 90% comparada con la leche, y su composición de aminoácidos indica que sólo tiene 80% de lisina en relación al patrón de aminoácidos, la calidad de dicha proteína es $(0,90 \times 0,80) \times 100 = 72\%$, comparada con la proteína de leche. Cabe indicar que la comparación de digestibilidades de dos proteínas se debe hacer en

TABLA 3
REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS ESENCIALES ESTIMADOS
PARA DIVERSOS GRUPOS ETARIOS
(mg/kg/día)

	Lactantes (3-4 meses) (Ref. 5)	Preescolares (2-5 años) (Ref. 6, 7)	Escolares (10-12 años) (Ref. 8)	Adultos (Ref. 5)
Fenilalanina + tirosina	125	69	22	14
Histidina	28	?	?	(8-12) ?
Isoleucina	70	31	28	10
Leucina	161	73	44	14
Lisina	103	64	44	12
Metionina + cistina	58	27	22	13
Treonina	87	37	28	7
Triptofano	17	12.5	3.3	3.5
Valina	93	38	25	10
Total (sin histidina)	714	352	216	84

términos de digestibilidad "real" o "verdadera" (es decir, corregida por las pérdidas obligatorias de nitrógeno fecal). La comparación de digestibilidades "aparentes" (o sea sin corregir por N fecal obligatorio) dará una aproximación cercana a la realidad sólo cuando esas digestibilidades se hayan medido ingiriendo la misma cantidad de ambas proteínas.

Pero la *calidad nutricional de una proteína*, aun cuando es el factor principal, no refleja necesariamente la *calidad proteínica de la dieta*. Esta última puede ser influenciada por otros componentes de la dieta, la combinación de las proteínas que contiene, la forma de almacenar los alimentos, su procesamiento, y la preparación de las comidas. Luego, pues, para estimar la calidad proteínica de una dieta se debe considerar los siguientes elementos:

Composición total de aminoácidos — La combinación de dos o más proteínas con distintas proporciones de aminoácidos esenciales, puede resultar en una mejoría de la calidad proteínica. Así, la combinación de una proteína que está limitada respecto a un aminoácido específico, con otra proteína que tenga cantidades relativamente altas de ese aminoácido, resulta en una *complementación aminoacídica* que da una mejor composición química en relación al patrón ideal de aminoácidos. Puede haber una *complementación recíproca* de ambas proteínas, como se ilustra en la Figura 1. Este principio ha sido la base para la formulación de mezclas vegetales con alto valor proteínico (11). El concepto de *complementación aminoacídica* también permite calcular la proporción óptima en que se deben combinar diversos alimentos para preparar dietas de calidad pro-

TABLA 4

PATRONES DE AMINOACIDOS ESENCIALES SUGERIDOS PARA QUE LA DIETA SATISFAGA LAS NECESIDADES DE DISTINTOS GRUPOS ETARIOS CUANDO SE LLENAN SUS NECESIDADES DE NITROGENO TOTAL (mg aminoácido/g proteína)*

Aminoácidos	Lactantes Media (margen)**	Preescolares (2-5 años)	Escolares (10-12 años)	Adultos
Fenilalanina + tirosina	72 (68-118)	63	22	19
Histidina	26 (18- 36)	(19)***	(19)	16
Isoleucina	46 (41- 53)	28	28	13
Leucina	93 (83-107)	66	44	19
Lisina	66 (53- 76)	58	44	16
Metionina + cistina	42 (29- 60)	25	22	17
Treonina	43 (40- 45)	34	28	9
Triptofano	17 (16- 17)	11	(9)	5
Valina	55 (44- 77)	35	25	13
<i>Total:</i>				
Incluida histidina	460 (408-588)	339	241	127
Excluida histidina	434 (390-552)	320	222	111

* Fuente: OMS/FAO/UNU (5), basado en los requerimientos descritos en la Tabla 3 y en las recomendaciones de nitrógeno total para cada grupo de edad (Tabla 6).

** Composición de aminoácidos de la leche materna.

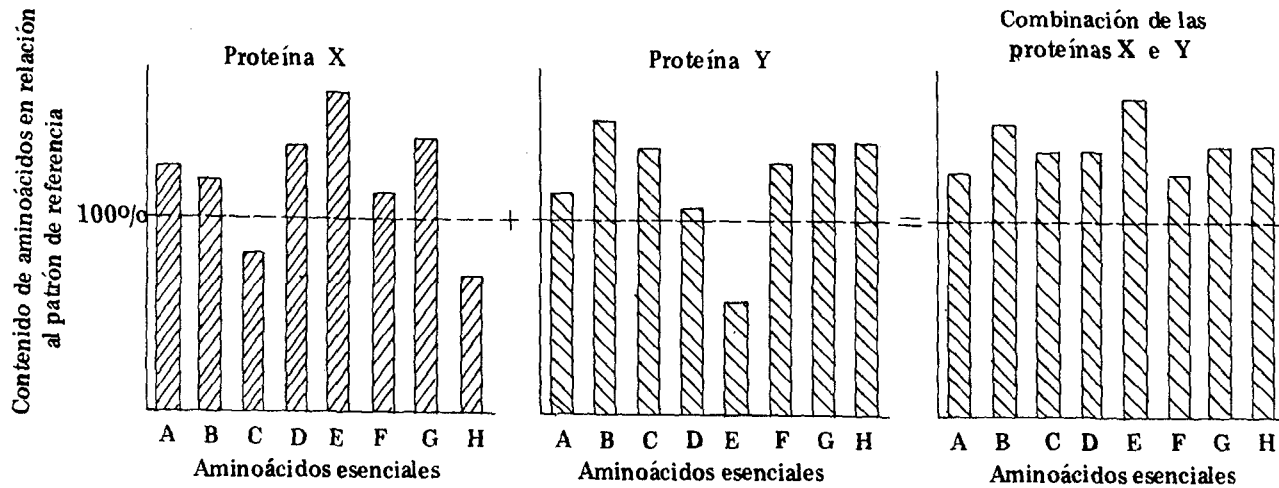
*** Los valores entre paréntesis son interpolaciones curvilíneas de necesidades por edad.

teínica más alta (12, 13), así como comprender por qué el agregado de cantidades relativamente pequeñas de proteínas de origen animal, puede mejorar considerablemente la calidad proteínica de dietas predominantemente vegetales.

La calidad también es susceptible de mejorar fortificando los alimentos con el agregado de aminoácidos puros, como sucede con la harina de trigo fortificada con lisina (14).

Otra forma de mejorar esa calidad es mediante modificaciones genéticas que resultan en proteínas vegetales con mejor contenido en aminoácidos esenciales. El Centro Internacional para Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), con base en México, ha logrado un avance importante en este sentido al desarrollar una variedad de maíz con mayor cantidad de lisina y triptofano.

Digestibilidad — La digestibilidad de las proteínas de una dieta puede determinarse experimentalmente usando técnicas de balance metabólico, o bien, se puede calcular en base a la digestibilidad ponderada de sus componentes. Por ejemplo, usando los datos de la Tabla 2, la digestibilidad aproximada de una dieta en que el 40% de proteína proviene de arroz,



Fuente: Torún, B. (ref. 10).

FIGURA 1

Complementación aminoacídica a través de la combinación de dos proteínas que tienen diferentes aminoácidos limitantes. La proteína X compensa la deficiencia del aminoácido E en la proteína Y; la proteína Y compensa el déficit de los aminoácidos C y H en la proteína X.

350/o de frijol negro, 150/o de trigo integral y 100/o de leche y huevos, sería:

$$(0.40 \times 88) + (0.35 \times 69) + (0.15 \times 86) + (0.10 \times 95) = 820/o$$

Comparada con una proteína de referencia, la digestibilidad sería $82/0.95 = 860/o$.

En términos generales, las dietas latinoamericanas basadas en cereales integrales y vegetales tienen una digestibilidad "real" de 75 a 800/o; las basadas en cereales refinados y proteína animal, 85 a 950/o; y las que incluyen todos esos alimentos, 85 a 900/o.

Factores que influyen en la biodisponibilidad de las proteínas — Algunos ingredientes de la dieta pueden afectar la digestibilidad de las proteínas. Entre ellos, un contenido abundante de fibra, particularmente hemicelulosas y salvados de cereal, así como taninos y otros polifenoles, aumentan la excreción fecal de nitrógeno alimentario (15-17).

La biodisponibilidad de algunos aminoácidos esenciales puede disminuir como consecuencia del almacenamiento de los alimentos en condiciones inadecuadas, debido a su procesamiento industrial o cuando las proteínas se someten a calentamiento intenso en presencia de azúcares o lípidos oxidados. Ejemplo de este efecto es la reacción de Maillard o "pardeamiento" que puede ocurrir durante el procesamiento industrial de la leche, o cuando la leche en polvo se almacena en ambientes calientes y húmedos. Bajo estas condiciones, los azúcares reductores reaccionan con las cadenas laterales libres de lisina, formando complejos que reducen hasta en un 300/o la biodisponibilidad de ese aminoácido. Otro ejemplo es la reducción en la cantidad bioutilizable de metionina, lisina o cisteína por el tratamiento intenso de la proteína con agentes oxidantes o álcalis.

Concentración proteínica de la dieta — La incorporación de una proteína de calidad nutricional excelente a una dieta en que los demás ingredientes tienen muy pocas proteínas, puede resultar en una dieta con concentración proteínica tan baja que requiera la ingestión de volúmenes muy grandes para satisfacer los requerimientos del organismo. A pesar de la composición química y digestibilidad de su proteína, esta dieta tendría una calidad proteínica pobre.

La concentración proteínica de una dieta puede mejorar cuando se le agregan alimentos con un alto contenido de proteínas, como huevos y carne, o concentrados proteínicos y productos deshidratados, como leche en polvo, harinas integrales de leguminosas y proteína aislada de soya. Los procesos culinarios que producen evaporación de agua también resultan en alimentos más concentrados.

La mejoría en sistemas agrícolas, por ejemplo, usando fertilizantes específicos, puede resultar en productos vegetales con mayor densidad proteínica. Así, el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz (IRRI), con base en Filipinas, ha logrado producir variedades de arroz con 100/o de proteína, lo que representa un incremento de aproximadamente 400/o en relación a la densidad proteínica del arroz cultivado en forma tradicional (18).

Influencia de la Energía Alimentaria

El organismo humano usa preferentemente grasas y carbohidratos como sustratos alimentarios para producir energía. Cuando éstos no son suficientes, las proteínas se utilizan en mayor proporción como fuente energética, y la dieta debe aportar más proteínas para satisfacer las necesidades del organismo. En contraste, cuando la dieta aporta fuentes de energía en cantidades suficientes, las proteínas se utilizan de manera más eficiente. La evidencia experimental y las bases fisiológicas para explicar estos fenómenos han sido objeto de revisión en varios artículos y libros (19, 20).

El efecto de "protección" que tiene la energía alimentaria sobre las proteínas no es igual con todo tipo de sustrato energético. Así, el metabolismo proteínico es más eficiente y hay un mayor "ahorro" de proteínas cuando se ingieren más carbohidratos que cuando se ingieren más grasas (21, 22). En todo caso, una deficiencia energética alimentaria exige una mayor ingestión de proteínas.

Relación proteínas-energía como indicador de calidad de la dieta — La relación entre el aporte de nutrientes y el aporte de energía en una dieta ha sido usada como indicador de la calidad de esa dieta en relación al nutriente en cuestión. Esto se basa en el principio de que cuando una buena dieta se consume en cantidades que permitan satisfacer las necesidades de energía, también debería satisfacer las necesidades de nutrientes específicos. Por lo tanto, se ha sugerido usar la relación o cociente entre energía proteínica y energía total como un indicador de este aspecto de la calidad de la dieta para humanos (23). La relación generalmente se expresa como porcentaje y no como fracción, y tradicionalmente se identifica como PE^0/o .

El uso del PE^0/o ha sido motivo de controversias, pero éstas se deben primordialmente a su mal uso o interpretación. Para aclarar la situación, se debe tener en mente que el PE^0/o simplemente indica un aspecto de la calidad proteínica de una dieta, y no implica la relación entre los requerimientos biológicos o las recomendaciones nutricionales de proteínas y energía. Por otra parte, el PE^0/o no dice nada de la calidad nutricional de las proteínas en la dieta. Para incluir ese concepto, se propuso el término "calorías netas de la proteína dietética" o $CalNPD^0/o$ (24), pero este indicador ha caído en desuso.

Otra causa de error en el uso de PE^0/o es el no reconocer que los requerimientos de proteínas y energía cambian en forma desproporcionada con el estilo de vida o circunstancias biológicas y nutricionales de la gente. Por lo tanto, el PE^0/o recomendable varía de acuerdo a esas circunstancias, y debe aplicarse en función de las características específicas del grupo de población. Esto se puede ilustrar con dos ejemplos: a) los hombres que hacen un trabajo físico intenso tienen requerimientos de energía alimentaria más altos, pero sus requerimientos de proteína cambian poco o nada; b) los niños con desnutrición o déficit proteínico-energético requieren para su recuperación 200-300^o/o más proteínas y 20-50^o/o más energía alimentaria que lo usual. En el primer ejemplo, el PE^0/o de la dieta recomendable baja, y en el segundo ejemplo, sube.

Un tercer error de interpretación deriva de estudios de consumo que

han demostrado que la mayoría de poblaciones del mundo ingieren dietas con un PE^o/o de 10 a 15^o/o (vg, 25, 26). Esta selección natural de la relación proteína-energía no refleja necesariamente una relación biológica óptima, ya que está fuertemente condicionada por el tipo de alimentos disponibles y por el hecho de que los humanos no comen alimentos que suministran únicamente proteínas o energía no proteínica —con excepción del consumo de azúcar, que está relacionado con su disponibilidad y los hábitos culturales. Por consiguiente, es un error pretender que una dieta con PE^o/o de 15 es mejor que una de 10^o/o, o que con una dieta que tenga un PE^o/o de 10 no se pueden satisfacer las necesidades proteínicas de una población. No obstante, dado que varios grupos de población en América Latina tienen ingestas relativamente bajas de energía, y que están sujetos a factores que afectan la absorción de aminoácidos, se considera conveniente recomendar para la población en general, dietas con un PE^o/o de 10 o más.

CARACTERISTICAS DE LAS DIETAS EN LATINOAMERICA

Las dietas latinoamericanas en los estratos socioeconómicos alto y medio tienen una composición proteínica similar a la de las poblaciones de Estados Unidos o Europa Occidental, con más de 50^o/o de las proteínas alimentarias de origen animal (27). Las personas de clases socioeconómicas más bajas subsisten a base de dietas con un fuerte predominio de proteínas vegetales, especialmente en las áreas rurales (28). En algunos países existen programas de ayuda alimentaria que incluyen distribución de leche de vaca, pero ésta generalmente es para uso de niños y mujeres embarazadas. En las regiones donde hay una producción abundante y barata de productos cárnicos y lácteos, las poblaciones pobres tienen más acceso a ellos. Pero, en general, la mayoría de personas en las clases pobre y medio-baja de América Latina dependen de alimentos vegetales como la fuente de 70-80^o/o de su proteína alimentaria, y hay muchos que ingieren menos de 15^o/o de proteínas de origen animal.

En la Tabla 5 se exponen datos de cada país, recabados de diversas fuentes (27-37). Si bien ilustran la variabilidad de un país a otro, algunos de esos datos deben evaluarse con cautela. Las hojas de balance usadas en la publicación de la FAO (27), no tienen el mismo grado de confiabilidad en todos los países. Además, encuestas de consumo realizadas en varios países, revelan una proporción más baja de proteínas de origen animal que las hojas de balance. Esto se debe, por lo menos en parte, a un subregistro en la disponibilidad de alimentos vegetales producidos en hogares para su propio consumo (M. T. Menchú, INCAP; datos no publicados). Aun cuando algunos de esos alimentos podrían incluir huevos, leche y aves de corral, la gran mayoría son productos vegetales.

Algunos alimentos de las dietas tradicionales en América Latina contienen proteínas de alto valor biológico, pero la calidad de la mayoría de proteínas de cereales está limitada por su contenido de lisina y triptofano o treonina, y la de las leguminosas, por su contenido de aminoácidos azufrados y triptofano. La proporción en que esos alimentos figuran en la mayoría de dietas no es la que resultaría en una complementación óptima de aminoácidos. Además, la baja disponibilidad y concentración proteínica y lo voluminoso de la mayoría de los alimentos vegetales, obligan a

TABLA 5

PROPORCIÓN DE PROTEÍNAS DE ORIGEN ANIMAL COMO PORCENTAJE
DE LAS PROTEÍNAS TOTALES EN DIETAS DE PAÍSES LATINOAMERICANOS

País	Proteína animal (%)	Comentarios	Referencia
Uruguay	65	*	27
Argentina	64	*	27
Guayana Francesa	62	*	27
Panamá	54	Población urbana	28
Panamá	52	*	27
Panamá	44	Población rural	28
Venezuela	50	*	27
Honduras	50	Población urbana	37
Honduras	33	Población rural	37
Honduras	28	*	27
Cuba	49	*	27
Ecuador	49	*	27
Nicaragua	49	Población urbana	28
Nicaragua	37	Población rural	28
Belice	48	*	27
Surinam	45	*	27
Costa Rica	44	Población urbana	32
Costa Rica	36	Población general	32
Costa Rica	32	Población rural	32
Colombia	42	*	27
El Salvador	41	Población urbana	28
El Salvador	22	Población rural	33
Guyana	39	*	27
Paraguay	39	*	27
Santo Domingo	38	*	27
Chile	38	*	27
Chile	25	Adultos urbanos pobres	30, 31
Guatemala	38	Población urbana	28
Guatemala	23	*	27
Guatemala	15-25	Adultos rurales	28, 34, 35
Guatemala	18	Preescolares rurales	36
Perú	37	*	27
Brasil	37	*	27
Brasil	30	Hombres rurales	29
México	32	*	27
Bolivia	32	*	27
Haití	15	*	27

* Hojas de balance de alimentos en el período 1981-1983; todos los grupos socio-económicos y áreas geográficas dentro de un país.

ingerir cantidades relativamente altas de la dieta para satisfacer los requerimientos de nitrógeno total y aminoácidos esenciales. Aunque los adultos y niños mayores sí pueden hacerlo, la capacidad gástrica de los infantes y preescolares, y el bajo apetito de los ancianos, impiden o dificultan la satisfacción de esos requerimientos con tales dietas.

Contrario a lo anterior, las dietas consumidas por algunos sectores de población tienen un contenido muy abundante de proteínas animales. Hay evidencia epidemiológica y experimental sugerente de que esas dietas pueden ser un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (38). El riesgo es mayor aún si se considera que tales dietas tienen, además, un contenido importante de colesterol y ácidos grasos saturados. En contraste con la mayoría de las poblaciones de la Región Latinoamericana, la dieta de estos sectores puede mejorar con la sustitución de una parte de sus alimentos de origen animal por alimentos de origen vegetal, en proporciones que permitan conservar una buena calidad proteínica de la dieta.

Las dietas con predominio de alimentos vegetales y poca grasa usualmente tienen una densidad baja de energía, que muchas veces es más seria que la baja concentración proteínica. Esto debe tenerse en cuenta al evaluar la calidad proteínica de una dieta, ya que aun cuando ésta tuviese una concentración adecuada de proteínas, la baja densidad energética podría ser el factor que limite la cantidad de alimentos que una persona —y en especial un niño de edad preescolar— puede ingerir. Por otra parte, aun cuando la cantidad de proteínas que se ingiera sea adecuada pero cercana al límite inferior satisfactorio, si esa dieta no permite satisfacer los requerimientos energéticos del individuo, también podría impedir la satisfacción de sus requerimientos proteínicos. El incremento de los requerimientos de proteínas como consecuencia de una deficiencia energética probablemente se debe a que parte de las proteínas alimentarias se utiliza como sustratos para energía. El tema ha sido motivo de varias revisiones bibliográficas y experimentales (19, 20).

En resumen, en la mayoría de las áreas rurales y en los estratos socioeconómicos pobres de las ciudades latinoamericanas, las dietas de consumo habitual no tienen una calidad proteínica muy buena. No obstante, esa calidad puede mejorar con modificaciones en las proporciones de alimentos vegetales y con el agregado de alimentos de origen animal, según se describe más adelante.

REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES DE PROTEINAS

Las recomendaciones internacionales más recientes fueron publicadas en 1985 por la Organización Mundial de la Salud (5). Las cifras para niños lactantes se basaron en la ingestión de leche materna; las de adultos, en estudios sobre balance de nitrógeno; y las de niños, desde seis meses hasta adolescentes de 18 años de edad, en la interpolación lineal entre lactantes y adultos. Además, se agregó cantidades generosas para el crecimiento de niños, el embarazo y la lactancia. Teniendo en cuenta la variación entre individuos, al requerimiento promedio se agregó 30-35% para niños menores de un año y 25% a los mayores de un año y adultos, para recomendar niveles de ingesta que cubrirían las necesidades del

97.50/o de la población. Esas recomendaciones se resumen en la Tabla 6, en función de las proteínas de leche o huevo.

TABLA 6

INGESTA DIARIA DE PROTEINAS RECOMENDADA, CON UN MARGEN DE SEGURIDAD PARA CUBRIR LAS NECESIDADES DE CASI TODA LA POBLACION*

Edad	Ingesta recomendada (g/kg/día)**	
3 - 6 meses	1.85	(2.55)***
6 - 9 meses	1.65	(2.30)
9 - 12 meses	1.50	(2.10)
1 - 2 años	1.20	(1.65)
2 - 3 años	1.15	(1.60)
3 - 5 años	1.10	(1.55)
5 - 12 años	1.00	(1.40)
	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>
12 - 14 años	1.00 (1.40)	0.95 (1.30)
14 - 16 años	0.95 (1.30)	0.90 (1.25)
16 - 18 años	0.90 (1.25)	0.80 (1.10)
18 y más	0.75 (1.05)	0.75 (1.05)

Necesidades diarias adicionales para mujeres durante:

- embarazo	6 (8) g/día
- lactancia (primeros 6 meses)	17 (24) g/día
- lactancia (después de 6 meses)	12 (17) g/día

* Promedio de requerimientos más dos veces el coeficiente de variabilidad para cada grupo de edad y el peso del recién nacido (embarazo y lactancia) (ref. 5).

** Proteínas de referencia (leche, huevo, carne), según FAO/OMS/UNU.

*** Las cifras entre paréntesis corresponden a dietas con digestibilidad de 800/o y calidad aminoacídica de 900/o en relación a las proteínas de referencia. Calculadas dividiendo la cifra fuera del paréntesis entre 0.80 x 0.90 y redondeando al múltiplo de 0.05 más cercano.

Las cifras en cuestión deben corregirse por la digestibilidad y calidad de cada dieta. Por ejemplo, una dieta que contenga 2 g proteína/100 g dieta, pero cuya digestibilidad sea 800/o en relación a la leche, y que además tenga una limitación de aminoácidos esenciales equivalente a 900/o del patrón apropiado para cierto grupo de edad, aportaría el equivalente de: $2 \times 0.80 \times 0.90 = 1.44$ g proteína de leche/100 g de dieta para ese grupo de edad. Para niños de cuatro años, la ingesta de proteínas

recomendada con esa dieta sería: $(1.10 \text{ g/kg/día}) / (0.90 \times 0.80) = 1.53 \text{ g/kg/día}$. A guisa de ejemplo, en la misma Tabla 6 también figuran las recomendaciones diarias de proteínas con una dieta de ese tipo.

En vista de que las enfermedades diarreicas y otras infecciones que incrementan las necesidades de proteínas son frecuentes en niños de muchos ámbitos latinoamericanos, es conveniente aumentar las recomendaciones de proteínas para evitar el deterioro nutricional de niños que tienen un riesgo alto de enfermarse con frecuencia. Esto permitirá prevenir un grado significativo de desnutrición y lograr un crecimiento compensatorio en los niños. No es posible dar cifras aplicables a todos los grupos etarios, pero basados en la información de los pocos estudios de balance de nitrógeno a largo plazo que se han efectuado en niños comprendidos entre uno y nueve años de edad (36, 39-43), parece aconsejable aumentar de 20 a 40% las recomendaciones de proteínas, de tal forma que los niños más pequeños (alrededor de un año) ingieran 40% adicional y los mayores (alrededor de 9 años), 20% adicional. Debe tenerse presente, sin embargo, que en muchos países las infecciones tienen una incidencia estacional, por lo que tal vez no sea necesario hacer aumentos de la misma magnitud durante todo el año.

SATISFACCION DE REQUERIMIENTOS DE PROTEINAS Y AMINOACIDOS CON DIETAS COMUNES

No obstante las limitaciones dietéticas señaladas y las condiciones que pueden aumentar las necesidades de proteínas en Latinoamérica, las dietas comunes en nuestros países pueden satisfacer esas necesidades, ya sea preparándolas e ingiriéndolas en la forma usual, o con ciertas modificaciones que no están fuera del contexto económico cultural de la mayoría de los pobladores.

Aminoácidos Esenciales

El principio de complementación aminoacídica puede ser usado fácilmente, ya que en la mayoría de los países latinoamericanos se consume un cereal (trigo, maíz, arroz) y una leguminosa de grano (frijol negro, rojo o blanco, soya, lenteja, garbanzo) o cierta cantidad de alimentos de origen animal (huevo, carne, pescado, productos lácteos). Estos, combinados en proporciones adecuadas, darían una composición química compatible con el patrón de aminoácidos esenciales recomendado para niños y adultos. A pesar de ello, esto puede requerir ciertas modificaciones en la ingesta habitual. Por ejemplo, en las áreas rurales de Guatemala las proporciones de proteínas de maíz y frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) que se acostumbra ingerir son del orden de 75:25, respectivamente, mientras que para alcanzar una composición óptima de aminoácidos se debería ingerir esas proteínas en proporciones de 40:60 a 60:40 (13). En términos de las harinas o granos secos, esto equivaldría a sustituir la proporción tradicional de aproximadamente seris partes de maíz y una parte de frijol, por tres partes de maíz y una parte de frijol. Estudios practicados en niños de dos a cuatro años de edad, a quienes se ofreció durante un período de seis a 13 semanas, esos y otros alimentos en cantidades *ad libitum*, revelaron que,

efectivamente, los niños seleccionaron proporciones cercanas a 3:1 en términos de maíz y frijol, respectivamente (36, 43).

Una buena opción es fomentar el uso de cereales genéticamente mejorados para incrementar su contenido de aminoácidos esenciales. Desde que se descubrió el maíz Opaco-2 (44), se han desarrollado diversas variedades de grano duro con un alto contenido en lisina y triptofano, las que se han estado introduciendo en varios países de Centro y Sur América, incluyendo algunas variedades de maíz para cultivo a grandes alturas en Perú y Ecuador. Por ejemplo, especies de la variedad Nutricia usada en Guatemala, contienen alrededor del doble de lisina y triptofano que el maíz criollo, en el que esos aminoácidos son limitantes (45).

Concentración Proteínica

Este puede ser un factor limitante para niños, más importante mientras más pequeños sean. Esto radica en el volumen o masa total de la dieta, usualmente asociado a su contenido de fibra y agua, lo cual limita la cantidad máxima de comida que el niño puede ingerir, y no se debe necesariamente a una cantidad baja de proteínas en relación a la energía alimentaria. Por ejemplo, un niño de un año de edad requiere el equivalente de 1.2 g proteína de leche/kg/día. Si su dieta consistiera primordialmente de alimentos vegetales con una calidad proteínica de 79 a 75% en relación a la leche, y si además se le quisiera dar 40% adicional de proteínas debido a que se enferma con frecuencia, este niño debería ingerir $(1.2/0.72) \times 1.40 = 2.3$ g proteína/kg/día. Con la dieta en cuestión no sería fácil alcanzar ese nivel de ingesta, a menos que la concentración de proteínas fuese suficientemente alta en relación al volumen total de los alimentos (o sea, g proteína/100 g dieta).

La concentración proteínica puede mejorar agregando a la dieta proporciones mayores de alimentos de alto contenido en proteínas, tales como carne, huevos, productos lácteos, pescado, leguminosas de grano y ciertas harinas o mezclas vegetales. Esto tendría la ventaja adicional de favorecer la composición aminoacídica, en vista de la composición en aminoácidos esenciales de esas fuentes de proteínas.

Otra forma de aumentar la concentración de proteínas en las comidas, especialmente para niños, es preparando los alimentos en forma sólida o semi-sólida (papillas) en vez de líquida, lo cual reduce el volumen total de la dieta.

Digestibilidad de Proteínas y Biodisponibilidad de Aminoácidos

El agregado de proteínas de origen animal aumenta la digestibilidad total de la dieta. No está claro si esto se debe exclusivamente a la mayor digestibilidad de las proteínas animales, o si también hay cierta interacción y mejoría en la digestibilidad de las demás proteínas de la dieta.

Asimismo, la digestibilidad de las proteínas vegetales puede mejorar mediante procesos tecnológicos tales como la cocción por extrusión. Esta se ha popularizado a niveles de industrias medianas y grandes en los países en vías de desarrollo, gracias a la fabricación de extrusores de bajo costo (46). Se trata de un proceso mecánico-térmico que, por fricción, genera altas temperaturas (hasta 250°C) a alta presión, durante períodos

cortos de tiempo (usualmente 1-2 minutos). La extrusión mejora la digestibilidad de las proteínas de muchas semillas oleaginosas y leguminosas debido al desdoblamiento térmico de las globulinas y a la inactivación térmica de inhibidores de tripsina y lectinas. Sin embargo, por la reacción de Maillard, puede haber una pérdida en la biodisponibilidad de lisina. Este efecto nocivo se puede reducir usando temperaturas menores de 180°C y evitando la presencia de azúcares reductores durante la extrusión (47).

Densidad Energética

Para asegurar la satisfacción de los requerimientos de proteínas, particularmente cuando éstas se ingieren en cantidades marginalmente adecuadas, es necesario que la dieta aporte cantidades suficientes de energía. Para lograrlo, se puede aumentar la densidad energética de las dietas que así lo requieran, mediante el agregado de grasas vegetales, almidones y/o azúcares. Algunas de las dietas que se describen más adelante ilustran formas de incrementar la densidad energética. Debe notarse que esto bajará el PE⁰/o, sin que por ello se reduzca la calidad proteínica de la dieta.

Ejemplos de Buenas Dietas con Alimentos Comunes en Latinoamérica

Las dietas ingeridas en la mayoría de las ciudades y las dietas de los sectores socioeconómicos más privilegiados satisfacen las necesidades de nitrógeno total y de aminoácidos esenciales. No obstante, algunas de esas dietas con contenidos de 50% o más de proteínas animales pueden mejorar con fines de nutrición preventiva al sustituir algunos alimentos animales por vegetales, y al reducir las grasas animales, pero conservando concentraciones de proteínas y fuentes energéticas que aporten cantidades adecuadas de esos nutrientes.

Cuando las condiciones socioeconómicas limitan la cantidad y frecuencia de consumo de alimentos de origen animal o de alimentos procesados con un alto valor proteínico, aún es factible satisfacer las necesidades proteínicas con los alimentos que usualmente son accesibles en la mayoría de los hogares. En algunos casos esto requerirá cambios en la proporción en que se acostumbra ofrecer los alimentos (vg., aumentando la cantidad de leguminosas en relación a los cereales), y la modificación de algunas prácticas culinarias, tales como el uso de más grasas vegetales para aumentar la densidad energética de la dieta, lo que es particularmente importante para los niños. Ejemplos de algunas dietas que han llenado satisfactoriamente esos propósitos, se incluyen en las Tablas 7, 8 y 9. La calidad proteínica de esas dietas sería mejor aún si se les agregara un poco más de alimentos de origen animal, o si se prepararan con cereales mejorados genéticamente o cultivados con sistemas agrícolas que aumenten su contenido de proteínas.

No obstante, es fundamental recordar que la calidad de una dieta se debe considerar en *forma integral*, de modo que incluya *todos los nutrientes* necesarios para el ser humano. Ante ello, en algunas dietas se deberá aumentar los alimentos ricos en determinadas vitaminas y minerales. En algunos países se deberá analizar la conveniencia de fortificar ciertos vehículos tales como el azúcar, la sal, pan o leche, con nutrientes como yodo, hierro, vitamina A, vitamina D y flúor, por lo menos mientras mejora la dieta.

TABLA 7

**DIETA CON BAJO CONTENIDO DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL,
QUE PERMITIO EL CRECIMIENTO ADECUADO Y LA RECUPERACION
DE NIÑOS DE 2-5 AÑOS DE EDAD, CON DESNUTRICION LEVE Y
MODERADA***

Comida	Todos los días	Otros	Veces por semana
<i>Desayuno:</i>	Frijol, maíz y:	— 1 huevo o	1 - 2
		— un vegetal o fruta	6 - 5
<i>Almuerzo:</i>	Frijol, maíz, pan y:	— carne, 60 g o	1
		— un vegetal o	3
		— una fruta	3
<i>Cena:</i>	Frijol, maíz, pan, un vegetal		
<i>Media mañana o media tarde:</i>	Pan y:	— leche, 150-200 ml o	3
		— una fruta o refresco endulzado con azúcar	4

Observaciones:

- Todos los alimentos de origen vegetal ofrecidos en cantidades *ad libitum*.
- Maíz y frijol (granos o harinas) ofrecidos en proporción aproximada de 3 + 1, respectivamente.
- Alimentos de origen animal: no es necesario ofrecerlos todos los días de la semana.
- Frijol: agregando 5-6 g de grasa vegetal por cada 100 g de frijoles cocinados y listos para ser ingeridos.
- Maíz: en forma de toritilla, tamal o atole espeso endulzado con 20% azúcar.
- Vegetal: arroz, papas, zanahorias, calabaza, de preferencia cocinados con un poco de grasa.
- Leche y refresco: con 10-20% azúcar.
- Se usó sal yodada (1:15,000) y azúcar fortificada con retinol (1.5 g/100 g) y NaFeEDTA (13 mg Fe/100 g).

* Tomado de Torún y colaboradores (36, 43), basada en dieta preescolar rural guatemalteca con 16% de proteína animal.

TABLA 8

**COMPOSICION DE LA DIETA EXPERIMENTAL QUE PERMITIO MANTENER
UN BUEN STADO NUTRICIONAL EN HOMBRES DE 19 A 33 AÑOS
DURANTE TRES MESES***

Alimentos ingeridos tres veces al día:

Sopa de frijoles y arroz, pan, puré de papas, arroz con leche, postre de almidón y azúcar. Además, un suplemento diario de vitaminas y minerales.

Ingredientes	Ingesta diaria, g**
Frijol en polvo	58
Arroz	84
Harina de trigo	188
Papas en puré	153
Leche descremada en polvo	41
Azúcar	111
Almidón de maíz	46
Margarina	34
Aceite de maíz	40
Miel de palma	35
Bebidas carbonatadas	70
Agua, csp	2,450

* Tomado de Yáñez y Uauy (ref. 31). Se basa en la dieta de clase pobre chilena, con 25^o/o de proteína animal.

** Para un hombre de 60 kg de peso, aportando 1 g de proteína y 52 kcal/kg/día.

TABLA 9

COMPOSICION DE DIETA EXPERIMENTAL PARA CAMPESINOS Y SOLDADOS,
QUE PERMITIO MANTENER UN BUEN BALANCE DE NITROGENO**Alimentos ofrecidos diariamente:*

Frijoles cocidos o fritos, arroz cocido, carne cocida, pan blanco o dulce, tortillas de maíz, verduras y café.

Ingredientes	Ingesta diaria, g**
Frijol cocido (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	307
Frijol frito (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	40
Arroz cocido	200
Carne cocida	107
Tortillas de maíz	570
Pan blanco	45
Pan dulce	66
Queso fresco	109
Chayote (<i>Sechium edule</i>)	100
Calabaza	68
Zanahoria	66
Azúcar	37

* Tomado de Schneider *et al.* (ref. 34), basada en la dieta rural guatemalteca, pero con 10% más de proteína animal (34% del total).

** Ingesta máxima diaria limitada a 2,800 kcal para los campesinos. A los soldados se ofreció 10% más de cada alimento para un máximo de 3,100 kcal/día.

SUMMARY

PROTEINS AND AMINO ACIDS: CHARACTERISTICS AND SATISFACTION
OF REQUIREMENTS WITH LATIN AMERICAN DIETS

Diets must supply enough nitrogen and essential amino acids to satisfy human needs. A diet's protein quality is associated to its digestibility, amino acid composition, protein concentration and dietary and preparation factors that enhance or reduce essential amino acid and protein bioavailability. Dietary energy intake also affects the utilization efficiency of dietary proteins.

Protein quality of Latin American diets varies between countries and between socioeconomic groups in a given country. Most poor and lower-middle income persons consume diets with strong predominance of vegetable proteins. These diets are usually bulky, with relatively low protein concentration and energy density, and sometimes do not provide enough of one or more essential amino acids. In some countries and in some population groups, over 50% of the dietary proteins are of animal origin. This may be a risk factor of cardiovascular disease.

Protein quality of Latin American diets, however, can be improved by modifying the proportions of some foods in order to achieve amino acid complementation, increase protein concentration and, in some instances, increase digestibility. Examples of diets that are satisfactory for preschool children and adults are given. Nevertheless, improvement of the overall nutritional quality of the diets is of foremost importance, so that they may provide the energy and all essential nutrients required for humans.

BIBLIOGRAFIA

1. Wu-Leung, Woot-Tsuen, 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, C.A. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, junio, 1961, 132 p.
2. Flores, M., M.T. Menchú & M.Y. Lara, **Valor Nutritivo de los Alimentos para Centro América y Panamá.** Guatemala, INCAP, 1971.
3. Torún, B., V.R. Young & W.M. Rand (Eds.). **Protein-Energy Requirement Studies in Developing Countries: Evaluation of New Data.** Tokyo, United Nations University, 1981. Food and Nutrition Bulletin (Supplement 5).
4. Rand, W.M., R. Uauy & N.S. Scrimshaw (Eds.). **Protein-Energy Requirement Studies in Developing Countries: Results of International Research.** Tokyo, United Nations University, 1984. Food and Nutrition Bulletin (Supplement 10).
5. Organización Mundial de la Salud. **Necesidades de Energía y de Proteínas. Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos.** Ginebra, OMS, 1985 (Serie de Informes Técnicos No. 724).
6. Pineda, O., B. Torún, F.E. Viteri & G. Arroyave. Protein quality in relation to estimates of essential amino acid requirements. In: **Protein Quality in Humans: Assessment and *in vitro* Estimation.** C.E. Bodwell, J.S. Adkins and D.T. Hopkins (Eds.). Westport, Connecticut, The AVI Publishing Co., 1981, p. 29-42.
7. Torún, B., O. Pineda, F.E. Viteri & G. Arroyave. Use of amino acid composition data to predict protein nutritive value for children with specific reference to new estimates of their essential amino acid requirements. In: **Protein Quality in Humans: Assessment and *in vitro* Estimation.** C.E. Bodwell, J.S. Adkins and D.T. Hopkins (Eds.). Westport, Connecticut, The AVI Publishing Co., 1981, p. 374-393.
8. National Research Council. **Improvement of Protein Nutrition.** Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1974.
9. Young, V.R., D.M. Bier & P.L. Pellet. A theoretical basis for increasing current estimates of the amino acid requirements in adult man, with experimental support and recommendations for an amino acid scoring pattern. *Am. J. Clin. Nutr.*, **1988.** (En prensa).
10. Torún, B. Proteínas: Química, metabolismo y requerimientos nutricionales. En: **Nutrición Clínica en la Infancia.** O. Brunser, F.R. Carrazza, M. Gracey, B.L. Nichols and J. Senterre (Eds.). New York, N.Y. Raven Press, 1985, p. 9^o 113.

11. Bressani, R. & L.J. Elías. Processed vegetable protein mixtures for human consumption in developing countries. *Advances Food Res.*, **16**: 1-103, 1968.
12. Bressani, R. Complementary amino acid patterns. In: *Nutrients in Processed Foods*. P.L. White and D.C. Fletcher (Eds.). Acton, Mass., Publishing Sciences Group, 1974, p. 149-166.
13. Viteñ, F.E., B. Torún, G. Arroyave & O. Pineda. Use of corn-bean mixtures to satisfy protein and energy requirements of preschool children. *Food Nutr. Bull.*, (Suppl. 5): 202-209, 1974.
14. Graham, G.G., R.P. Placko, G. Acevedo, E. Morales & A. Cordano. Lysine enrichment of wheat flour: Evaluation in infants. *Am. J. Clin. Nutr.*, **22**: 1459-1468, 1969.
15. Southgate, D.A.T. & J.V.G.A. Durnin. Calorie conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets. *Brit. J. Nutr.*, **24**: 517-535, 1970.
16. Espinoza, J., O. Brunser, M. Araya, J.I. Egaña, I. Pacheco & S. Krause. The effect of dietary fibre on digestibility of nutrients in a typical Chilean diet. *Food Nutr. Bull.*, Suppl. **10**: 294-305, 1984.
17. Bressani, R., D.A. Navarrete, E. Hernández & L.J. Elías. Protein digestibility of common beans: The role of polyphenolic compounds. *Food Nutr. Bull.*, Suppl. **10**: 306-311, 1984.
18. Calabio, D. & F. K. de Datta. Datos acerca del efecto de la fuente de N de urea y método de aplicación sobre el contenido de proteína de arroz. En: *International Rice Research Institute (Philippines), Annual Report, 1984*.
19. Torún, B. Role of energy metabolism in regulation of protein requirements. In: *Proceedings of the XIII International Congress of Nutrition*. T.G. Taylor and N.K. Jenkins (Eds.). London, John Libbey, 1986, p. 414-418.
20. Torún, B. Energy-nutrient interactions. In: *Nutrient Interactions*. C.E. Bodwell and J.W. Erdman (Eds.). New York, N.Y., Marcel Dekker, 1987 (En prensa).
21. Richardson, D.P., A.H. Waylor, N.S. Scrimshaw & V.R. Young. Quantitative effect of an isoenergetic exchange of fat for carbohydrate on dietary protein utilization in healthy young men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**: 2217-2226, 1979.
22. Motil, K.J., D.M. Bier, D.E. Matthews, J.F. Burke & V.R. Young. Whole body leucine and lysine metabolism studied with 1-13-C-leucine and 1-15-N-lysine. Response in healthy young men given excess energy intakes. *Metabolism*, **30**: 783-791, 1981.
23. Platt, B.S., D.S. Miller & P.R. Payne. Protein values in human food. In: *Recent Advances in Clinical Nutrition*. J.F. Brock (Ed.). London, Churchill Ltd., 1961, p. 35.
24. Miller, D.S. & P.R. Payne. Problems in the prediction of protein value of diets: Caloric restriction. *J. Nutr.*, **75**: 225, 1961.
25. Beaton, G.H. & L.D. Swiss. Evaluation of the nutritional quality of food supplies: Prediction of "desirable" or "safe" protein-calorie ratios. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**: 485-504, 1974.
26. Araya, H., B. García & G. Arroyave. Estudio dietético en embarazadas de Santa María Cauqué, Guatemala. I. Variabilidad de los indicadores proteínicos y su análisis por tiempo de comida. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **31**: 108-117, 1981.
27. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Anuario de Producción 1985*. Roma, FAO, 1986 (Colección Estadística No. 70).

28. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. **Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá.** Guatemala, INCAP, 1969 (Publicaciones V-25 - V-30).
29. Dutra de Oliveira, J.E., H. Vannucchi, M.F. Rosa & B. Duarte. Evaluation of the nutritive value of a rice-and-bean-based diet for agricultural migrant workers in Brazil. **Food Nutr. Bull., Suppl. 5:** 98-102, 1981.
30. Yáñez, E., R. Uauy, D. Ballester, G. Barrera, N. Chávez, E. Guzmán, M.T. Saitúa & I. Zacarías. Capacity of Chilean mixed diet to meet the protein and energy requirements of young adult males. **Food Nutr. Bull., Suppl. 5:** 43-53, 1981.
31. Yáñez, E. & R. Uauy. Long-term evaluation of the capacity of a Chilean mixed diet to meet the protein requirements of young adult males. **Food Nutr. Bull., Suppl. 10:** 147-153, 1984.
32. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición. **Evaluación Dietética 1982.** San José, Costa Rica, Departamento de Nutrición del Ministerio de Salud, 1986.
33. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. **Encuesta del Area Rural de El Salvador, 1976.** Guatemala, INCAP, 1976.
34. Schneider, R.E., B. Torún, M. Shiffman, C. Anderson & R. Helms. Absorptive capacity of adult Guatemalan rural males living under different conditions of sanitation. **Food Nutr. Bull., Suppl. 5:** 139-149, 1981.
35. McGuire, J.S. & B. Torún. Dietary energy intake and energy expenditure of women in rural Guatemala. **Food Nutr. Bull., Suppl. 10:** 175-186, 1984.
36. Torún, B. & F.E. Viteri. Capacity of habitual Guatemalan diets to satisfy protein requirements of preschool children with adequate dietary energy intakes. **Food Nutr. Bull., Suppl. 5:** 210-228, 1981.
37. Consejo Superior de Planificación Económica. **Encuesta sobre Consumo de Alimentos en Tegucigalpa y las Regiones de Occidente, Sur y Litoral Atlántico.** Tegucigalpa, Honduras, Secretaría Técnica del Consejo Superior de Planificación Económica, 1981.
38. Williams, P.T., R.M. Kruass, S. Kindel-Joyce, D.M. Dreon, K.M. Vranizan & P.D. Wood. Relationship of dietary fat, protein, cholesterol, and fiber intake to atherogenic lipoproteins in men. **Am. J. Clin. Nutr., 44:** 788-797, 1986.
39. Abernathy, R.P., M. Speirs, R.W. Engel & M.E. Moore. Effects of several levels of dietary protein and amino acids on nitrogen balance of preadolescent girls. **Am. J. Clin. Nutr., 19:** 407-414, 1966.
40. Begum, A., A.N. Radhakrishnan & S.M. Pereira. Effect of the amino acid composition of cereal-based diets on growth of preschool children. **Am. J. Clin. Nutr., 23:** 1175-1183, 1970.
41. Torún, B. & F.E. Viteri. Energy requirements of preschool children and effects of varying energy intakes on protein metabolism. **Food Nutr. Bull. Suppl. 5:** 229-241, 1981.
42. Tontisirin, K., N. Ajmanwra & A. Valyasevi. Long-term study on the adequacy of usual Thai weaning food for young children. **Food Nutr. Bull., Suppl. 10:** 265-285, 1984.
43. Torún, B., B. Caballero, S. Flores-Huerta & F. Viteri. Habitual Guatemalan diets and catch-up growth of children with mild to moderate malnutrition. **Food Nutr. Bull. Suppl. 10:** 216-231, 1984.
44. Mertz, E.T., L.S. Bates & D.E. Nelson. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. **Science, 145:** 279-280, 1964.

45. Bressani, R. Los sistemas de consumo de alimentos básicos como guía para el mejoramiento nutricional de dietas y para sistema de producción agrícola. En: **I Congreso Nacional de Nutrición, Tres Ríos, Costa Rica, 1984.**
46. Harper, J.M. & G.R. Jansen. Production of nutritious precooked foods in developing countries by low-cost extrusion technology. **Food Rev. Internat.**, **1**: 27-29, 1985.
47. Cheitel, J.C. Nutritional effects of extrusion-cooking. **Food Chem.**, **20**(4): 263-283, 1986.