

Estudios, en ratas, del efecto de una dieta básica del medio rural de Guatemala, suplementada con leche de vaca y una mezcla de proteínas

NELSON DE SOUZA¹, LUIZ G. ELÍAS² Y RICARDO BRESSANI³

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

RESUMEN

Se da cuenta del desarrollo de varios experimentos en ratas, con miras a determinar el valor nutritivo de varios alimentos ricos en proteínas utilizados como suplementos de dietas deficientes en proteína de buena calidad.

Los hallazgos revelaron que la calidad de la proteína de la dieta básica era relativamente baja, pero ésta mejoró al suplementarse con los aminoácidos lisina y metionina. La mezcla proteínica que contenía 35% de proteína y fue formulada con harinas de soya y algodón, y leche descremada, como ingredientes principales, demostró ser de alto valor proteínico. Sin embargo, en las pruebas en que la mezcla se usó al nivel de 10% de proteína en la dieta, acusó deficiencia de metionina.

En los estudios de suplementación de la dieta básica con leche íntegra se comprobó que la administración de 0.8 g de leche/rata/día inducía el mejor índice de eficiencia de utilización de la proteína, mientras que en el caso de la mezcla proteínica, éste se alcanzó con 1.4 g/rata/día. El consumo de la dieta básica aumentó en los grupos que recibieron cualquiera de los dos suplementos.

1 El Dr. de Souza, del Brasil, trabajó en los laboratorios de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) como becario de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

2 y 3 Científico y Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, respectivamente.

Publicación INCAP E-444

Recibido: 16-12-1969

Los resultados también demostraron que, además de la cantidad y calidad del suplemento, la frecuencia con que éste se administra tiene un efecto significativo en cuanto al mejoramiento de la calidad proteínica de la dieta básica. La ganancia ponderal fue mayor cuanto más frecuente era el consumo del suplemento, a pesar de que la utilización de la proteína ingerida era igual al ofrecerse el suplemento diariamente o cada dos días. El consumo de la dieta básica aumentó con la administración del suplemento, no siendo afectado con los incrementos en frecuencia de oferta del mismo, excepto cuando el intervalo fue mayor de 5 días.

INTRODUCCION

En el curso de la presente década, el desarrollo de mezclas ricas en proteína de alto valor nutritivo ha despertado gran interés en el campo de la investigación en diversas partes del mundo (1). Como consecuencia, surgieron alimentos como la Incaparina en Centro América (2), el Pro Nutro en Africa (3), el M.P.F. en la India (3), el Fortifex en Brasil (4) y otros productos (1) que, después de amplios y cuidadosos estudios químicos, biológicos y tecnológicos, han sido introducidos a diversos mercados. La importancia que han merecido estas mezclas proteínicas como medida preventiva en la lucha contra la desnutrición en las regiones en vías de desarrollo, es de tal magnitud que, en varias oportunidades, expertos de diferentes zonas del globo se han reunido con el objeto de estudiar específicamente el problema y dictar normas a seguir en su elaboración (5). Sin embargo, en pocos casos se ha considerado parte fundamental en el desarrollo de mezclas de esta índole el estudio de las características químicas y nutricionales de la dieta que acostumbra las poblaciones para las cuales ha sido diseñado el suplemento. Estas dietas, constituidas en su gran mayoría casi exclusivamente por proteínas de origen vegetal (6), son de contenido proteínico bajo, y corrientemente su composición incluye un cereal. Este último, en general, es uno de los ingredientes básicos de la mezcla, y la presencia de dicho cereal, tanto en la dieta como en el suplemento, puede provocar una dilución del contenido proteínico global, y hasta inducir un desbalance de aminoácidos que contrarresta el valor nutritivo del suplemento.

Es probable que ésta sea la causa de que en numerosas ocasiones determinado suplemento no produzca el efecto esperado, a pesar de tenerse pruebas químicas y biológicas de su buena calidad.

A partir de estas consideraciones se diseñó el presente estudio, cuyo propósito fue tratar de averiguar el valor nutritivo de una dieta básica rural de Guatemala al ser suplementada con una mezcla rica en proteínas o con leche de vaca.

MATERIAL Y METODOS

La dieta básica sometida a estudio se obtuvo mediante una encuesta dietética de 24 horas practicada por el método de peso directo de alimentos destinados a niños de 1 a 3 años de edad de la aldea Los Planes, municipio de Acatenango, departamento de Chimaltenango, República de Guatemala⁴.

Los ingredientes, ya preparados, fueron transportados a los laboratorios del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) para deshidratación en un horno de aire caliente a 70° C; luego se molieron y mezclaron en las proporciones obtenidas por cálculo a través de la encuesta dietética. El material preparado en esa forma se almacenó en un cuarto refrigerado hasta el momento de realizar su análisis químico y, a continuación, las pruebas biológicas correspondientes.

La composición química proximal y el contenido de calcio fueron determinados por los métodos de la AOAC (7), el de fósforo por la técnica de Fiske y Subbarow (8) modificada por Lowry y López (9) y el de hierro por los procedimientos de Jackson (10) y de Moss y Mellon (11).

El contenido de metionina y lisina fue establecido por métodos microbiológicos, usándose medios Difco y *Leuconostoc mesenteroides* P-60, como bacteria de prueba. En el caso de la cistina se empleó medio sintético, según las recomendaciones de Steele *et al.* (12).

Para los ensayos biológicos se usaron ratas blancas de la raza Wistar de 21 días de edad, provenientes de la colonia del INCAP. Las ratas fueron distribuidas según su peso y sexo para formar los diferentes grupos experimentales, de tal manera que cada uno comprendía el mismo número de machos y hembras, con una diferencia ponderal promedio en cada grupo de no más de 1 gramo. Las ratas fueron alojadas en jaulas metálicas individuales con fondos levadizos de tela metálica. Durante el período experimental, de 28 días, los animales

4 Datos proporcionados por la señorita Marina Flores, Jefe del Servicio de Investigaciones Dietéticas, División de Nutrición Aplicada del INCAP.

recibieron agua y comida *ad libitum*. Se llevó un registro semanal de su ganancia en peso y de la ingesta de alimento, a fin de calcular el índice de eficiencia de la proteína al término del período de 28 días de experimentación.

La evaluación de la calidad proteínica de la dieta rural se llevó a cabo usando 90% de esta dieta y suplementándola con minerales, vitaminas y calorías en las cantidades que se indican más adelante.

Para los estudios de evaluación del valor proteínico del suplemento se usó éste en la cantidad necesaria para que contribuyese con el nivel de 10% de proteína en la dieta. Además, ésta fue suplementada con minerales Hegsted, 4.0 g% (13); aceite de semilla de algodón, 5.0 g%; aceite de hígado de bacalao, 1.0 g%; solución de vitaminas, 5 ml (14), y almidón de maíz en cantidades suficientes para ajustar 100 gramos. En los ensayos de suplementación con aminoácidos éstos fueron agregados a expensas del almidón.

Efecto de la cantidad de suplemento administrada

Para el desarrollo de este ensayo se formaron 9 grupos de 8 animales cada uno, todos los cuales tuvieron libre acceso a la dieta básica. El grupo control recibió sólo esta última, y de los 8 grupos restantes, 4 recibieron durante dos horas, por la mañana, leche de vaca en polvo en cantidades progresivas de 1 a 4 gramos, y los otros 4, cantidades iguales de la mezcla de proteínas. Al final de los 28 días de experimentación las ratas fueron sacrificadas, extrayéndoseles el hígado para determinación de grasa (7).

Efecto de la frecuencia de administración del suplemento

En este estudio se utilizaron 9 grupos de 6 ratas cada uno. Al grupo testigo se le dio la dieta básica únicamente. Cuatro grupos consumieron, además de la dieta básica, 2 gramos de leche íntegra en polvo; un grupo recibió ésta como suplemento diariamente, y los demás con intervalos de 1, 2 y 4 días, respectivamente. A los 4 grupos restantes se les administró 2 g de la mezcla de proteínas siguiendo el mismo plan experimental que en el caso de la leche. El manejo de los animales fue igual al descrito en un párrafo anterior.

RESULTADOS

Los ingredientes de la dieta básica y su composición química se detallan en el Cuadro N° 1. Según se observa, ésta estuvo compuesta exclusivamente de productos de origen vegetal, siendo su contenido proteínico relativamente bajo. El maíz fue el ingrediente usado en mayor proporción, casi 63%, seguido del frijol, 11%; arroz, 3%; pan, 8%, y azúcar, 15%. En resumen, el contenido total de proteínas fue de 9.3 g%, y el de calorías, de 370 por 100 gramos. Los aminoácidos metionina, cistina y lisina representan 0.116, 0.115 y 0.256 g%, respectivamente.

CUADRO N° 1
COMPOSICION QUIMICA DE LA DIETA BASICA¹

Nutrientes	%
Proteína, g	9.3
Hidratos de carbono, g	73.7
Grasa, g	3.8
Humedad, g	8.9
Fibra cruda, g	2.6
Calcio, mg	264.5
Hierro, mg	136.4
Fósforo, mg	251.5
Metionina, g	0.116
Cistina, g	0.115
Lisina, g	0.256
Calorías	370

¹ Ingredientes de la dieta básica, g%: tortilla, 62.5; frijol, 11.2; arroz, 3.4; pan, 7.7, y azúcar, 15.2.

La mezcla rica en proteínas y su composición química constan en el Cuadro N° 2. En este caso, los datos revelan que las harinas de soya y de algodón fueron incluidas en cantidades iguales y representan más o menos la mitad de la cantidad de leche descremada. Otros ingredientes fueron torula, azúcar, fosfato de calcio y vitamina A. Su contenido proteínico fue de 35 g% con un total de 338 calorías por 100 g. La cantidad de metionina, cistina y lisina presentes en la mezcla ascienden a 0.521, 0.124 y 1.867 g%, en ese orden.

CUADRO N° 2
COMPOSICION QUIMICA DE LA MEZCLA RICA
EN PROTEINAS¹

Nutrientes	%
Proteína, g	35.0
Hidratos de carbono, g	46.7
Grasa, g	1.2
Humedad, g	8.6
Fibra cruda, g	2.1
Calcio, mg	992.0
Hierro, mg	196.9
Fósforo, mg	1,170.5
Metionina, g	0.521
Cistina, g	0.124
Lisina, g	1.867
Calorías	338

¹ Ingredientes de la mezcla proteínica, g%: harina de soya, 21.0; harina de algodón, 21.0; leche descremada, 40.0; torula, 3.0; azúcar, 14.0; fosfato de calcio, 1.0, y vitamina A, 4,500 U. I.

El valor nutritivo de la proteína de la dieta básica, estudiada aisladamente o suplementada con aminoácidos, se resume en el Cuadro N° 3. El índice de eficiencia proteínica (IEP) de la dieta básica fue de 1.72 con una ganancia ponderal de 52.9 gramos. El IEP más alto (2.25) y la mayor ganancia en peso (81.1) se obtuvieron al suplementar la dieta simultáneamente con lisina, metionina y triptofano. Sin embargo, estos valores sólo superan ligeramente los observados cuando la dieta fue suplementada con lisina y metionina.

La calidad de la proteína de la mezcla se da a conocer en el Cuadro N° 4. El IEP obtenido fue de 2.52, y éste aumentó sensiblemente con la adición de metionina, alcanzando un valor más alto (3.01) al adicionarse 0.2 g% de DL-metionina. La suplementación de la mezcla con lisina no se tradujo en ningún aumento en la eficiencia de la proteína; por el contrario, se llegó a observar hasta un descenso al usarse un nivel por arriba de 0.20 g%, a pesar de haber acusado los animales un pequeño incremento ponderal. En ambos experimentos de

CUADRO N° 3
VALOR NUTRITIVO DE LA DIETA BASICA SUPLEMENTADA
CON AMINOACIDOS

Dieta + aminoácidos g%	Ganancia ponderal g	Indice de eficiencia proteínica ¹
Básica (B)	52.9 ± 2.34*	1.72 ± 0.05
B + 0.25 L-lisina HCl	64.9 ± 5.00	2.03 ± 0.10
B + $\left\{ \begin{array}{l} 0.25 \text{ L-lisina HCl} \\ 0.20 \text{ DL-metionina} \end{array} \right.$	79.2 ± 3.53	2.21 ± 0.06
B + $\left\{ \begin{array}{l} 0.25 \text{ L-lisina HCl} \\ 0.20 \text{ DL-metionina} \\ 0.10 \text{ DL-triptofano} \end{array} \right.$	81.1 ± 3.40	2.25 ± 0.08
Caseína	122.1 ± 2.03	3.10 ± 0.04

¹ Indice de eficiencia proteínica = gramos de aumento de peso / gramo de proteína consumida.

* Error estándar.

Peso inicial = 48 g.

suplementación con aminoácidos, tanto en el de la dieta basal como en el de la mezcla, se mantuvo un control de caseína al nivel de 10% de proteína, habiéndose obtenido un IEP de 3.10 y una ganancia ponderal de 122.1 g (Cuadros Nos. 3 y 4).

En el Cuadro N° 5 se compara el efecto de la suplementación de la dieta básica con cantidades crecientes tanto de la mezcla rica en proteínas como de la leche de vaca. No obstante que se ofrecieron cantidades que variaron de 1 a 4 gramos, tanto de la leche íntegra como de la mezcla, no hubo un consumo total de dichos suplementos, fluctuando éste entre 0.8 y 1.4 g/día, en el caso de la leche, y entre 0.8 y 2.3 g/día para la mezcla proteínica. En todos los grupos suplementados se constató una mayor ganancia ponderal y un IEP más alto que los valores obtenidos con la dieta basal; para la leche el mayor fue de 2.49, y para la mezcla proteínica, 2.31, que corresponden a la ingesta de 0.8 y 1.4 g/día, respectivamente. Se observó también que la ganancia ponderal aumentó a medida que se incrementaba la ingesta del suplemento, mejora

CUADRO N° 4
VALOR NUTRITIVO DE LA MEZCLA RICA EN PROTEINAS,
SUPLEMENTADA CON AMINOACIDOS

Dieta + aminoácidos g%	Ganancia ponderal g	Índice de eficiencia proteínica ¹
Mezcla proteínica (MP) ²	121.62 ± 5.88*	2.52 ± 0.10
MP + 0.10 DL-metionina	146.50 ± 5.56	2.93 ± 0.07
MP + 0.20 DL-metionina	162.62 ± 9.77	3.01 ± 0.10
MP + 0.30 DL-metionina	145.12 ± 9.74	2.88 ± 0.09
MP + 0.10 L-lisina HCl	123.62 ± 6.94	2.60 ± 0.11
MP + 0.20 L-lisina HCl	127.87 ± 8.64	2.37 ± 0.07
MP + 0.30 L-lisina HCl	130.25 ± 6.98	2.48 ± 0.06
Caseína	122.12 ± 2.03	3.10 ± 0.04

¹ Véase nota 1 al pie del Cuadro N° 3.

² Diluida al 10% de proteína en la dieta.

* Error estándar.

Peso inicial = 47 g.

que no se reflejó en el IEP. El consumo de la dieta básica fue también mayor en los grupos suplementados, fluctuando entre 413 y 435, mientras que para el grupo no suplementado éste sólo alcanzó 367 gramos.

El análisis de los hígados (Cuadro N° 5) reveló poca variación en el contenido de grasa en los grupos suplementados tanto con la leche como con la mezcla proteínica; tampoco hubo diferencia entre éstos y los usados como testigo, es decir, el que recibió sólo la dieta básica y al que se administró caseína.

En el Cuadro N° 6 se observa el efecto que sobre el IEP tuvieron la dieta básica y la mezcla rica en proteínas, suplementadas o no con sus aminoácidos limitantes, al ser consumidas simultáneamente. En este experimento el IEP de la dieta básica fue de 1.42 y al adicionar la mezcla rica en proteínas aumentó a 2.06. El mejor IEP y la mayor ganancia ponderal fueron de 2.28 y 124.6, respectivamente, y se obtuvieron con el consumo de la dieta básica adicionada de la mezcla proteínica, cuando la primera fue suplementada con 0.25 g% de lisina, y esta última con 0.20 g% de metionina. En el

CUADRO N° 5

SUPLEMENTACION DIARIA DE LA DIETA BASICA CON LA MEZCLA RICA EN PROTEINAS Y CON LECHE DE VACA

Dieta	Suplemento ofrecido	g	Dieta básica consumida g	Ganancia ponderal g	Indice de eficiencia proteínica ¹	Hígado	
						% peso rata	grasa ² g%
Dieta básica	—	—	367	52.9 ± 2.34*	1.72 ± 0.05	4.71 ± 0.13	13.57 ± 0.08
+ leche de vaca	1	0.8	413	109.2 ± 5.42	2.49 ± 0.08	4.45 ± 0.10	14.36 ± 0.07
+ leche de vaca	2	1.3	434	124.5 ± 7.20	2.45 ± 0.08	4.83 ± 0.45	12.92 ± 0.10
+ leche de vaca	3	1.4	432	124.1 ± 4.88	2.42 ± 0.05	5.00 ± 0.24	13.28 ± 0.12
+ leche de vaca	4	1.4	435	125.7 ± 6.91	2.41 ± 0.05	4.69 ± 0.19	12.81 ± 0.09
Dieta básica + mezcla proteínica (MP)	1	0.8	431	101.5 ± 1.99	2.22 ± 0.03	4.98 ± 0.15	12.52 ± 0.07
+ MP	2	1.4	416	117.7 ± 6.28	2.31 ± 0.08	5.00 ± 0.13	13.06 ± 0.09
+ MP	3	1.8	419	125.0 ± 6.09	2.25 ± 0.05	4.85 ± 0.11	13.81 ± 0.10
+ MP	4	2.3	435	150.9 ± 16.30	2.21 ± 0.07	4.73 ± 0.30	12.59 ± 0.08
Caseína	—	—	—	122.1 ± 2.03	3.10 ± 0.04	4.50 ± 0.08	11.33 ± 0.07

¹ Véase nota 1 al pie del Cuadro N° 3.

² En base seca.

* Error estándar.

Peso inicial = 49 g.

CUADRO Nº 6

VALOR PROTEINICO DE LA DIETA BASICA Y DE LA MEZCLA RICA EN PROTEINAS SUPLEMENTADA
CON SUS AMINOACIDOS LIMITANTES

Dieta	Suplemento g%	Dieta básica consumida g%	Ganancia ponderal g	Indice de eficiencia proteínica ¹
Básica	—	291 ± 10.25	39.87 ± 2.12*	1.42 ± 0.08
Básica	Mezcla proteínica (MP) ²	374 ± 8.77	111.62 ± 2.89	2.06 ± 0.03
Básica + lisina ³	MP	348 ± 11.81	117.06 ± 6.05	2.27 ± 0.07
Básica	MP + metionina ⁴	368 ± 4.28	111.50 ± 2.39	2.09 ± 0.04
Básica + lisina ³	MP + metionina ⁴	385 ± 5.82	124.62 ± 2.74	2.28 ± 0.04
Básica	MP + lisina + metionina ⁵	382 ± 13.28	116.00 ± 4.83	2.13 ± 0.05
Caseína			122.12 ± 2.03	3.10 ± 0.04

¹ Véase nota 1 al pie del Cuadro Nº 3.

² 2.0 g de mezcla proteínica/rata/día.

³ 0.25% L-lisina HCl.

⁴ 0.20% DL-metionina.

⁵ 0.25% L-lisina HCl + 0.20% DL-metionina.

* Error estándar.

Peso inicial = 44 g.

caso de la caseína, el IEP y la ganancia en peso fueron de 3.10 y 122.1 g.

Finalmente, el impacto nutricional de la frecuencia con que los animales consumieron el suplemento puede apreciarse en el Cuadro N° 7. La ganancia ponderal fue mayor cuanto más frecuente era el consumo del suplemento, pero el IEP se mantuvo más o menos igual hasta el punto en que el suplemento se ofreció con intervalos de 2 días. No se constató mejora alguna en la eficiencia de la proteína cuando tanto la leche como la mezcla se consumieron a intervalos de 4 días. El consumo de la dieta básica en general fue mayor en los grupos suplementados con leche.

CUADRO N° 7

SUPLEMENTACION DE LA DIETA BASICA CON LA MEZCLA RICA
EN PROTEINAS Y CON LA LECHE DE VACA
A DIFERENTES INTERVALOS

Dieta	Consumo g	Ganancia ponderal g	Índice de eficiencia proteínica ¹
Básica	344	52.93 ± 2.33*	1.72 ± 0.05
+ leche de vaca, diariamente	414	101.66 ± 7.58	2.17 ± 0.11
+ leche de vaca, cada 2 días	487	86.00 ± 1.69	2.12 ± 0.05
+ leche de vaca, cada 3 días	497	78.83 ± 4.74	2.05 ± 0.09
+ leche de vaca, cada 5 días	370	67.00 ± 4.21	1.93 ± 0.06
+ mezcla proteínica, diariamente	435	113.16 ± 6.71	2.07 ± 0.09
+ mezcla proteínica, cada 2 días	416	88.16 ± 3.75	2.00 ± 0.07
+ mezcla proteínica, cada 3 días	373	72.16 ± 3.39	1.94 ± 0.09
+ mezcla proteínica, cada 5 días	386	62.50 ± 2.66	1.73 ± 0.08
Caseína		114.37 ± 3.80	2.84 ± 0.06

¹ Véase nota 1 al pie del Cuadro N° 3.

* Error estándar.

Peso inicial = 47 g.

DISCUSION

Se ha hecho énfasis (15) en la necesidad de efectuar un estudio químico y biológico de la dieta básica de poblaciones para las cuales se pretende el uso de determinado suplemento.

En el presente caso, los hallazgos de la investigación revelan claramente la deficiencia proteínica de la dieta básica

sometida a estudio, tanto en términos de cantidad como de calidad, hecho que explica la gran prevalencia de desnutrición proteínico-calórica notificada en estas áreas (16). La relación entre el consumo de maíz y frijol en la dieta fue de 5.6 : 1, indicativa de la predominancia del cereal en la dieta, a lo que se debe que la lisina sea el aminoácido que ocupa el primer lugar como limitante. De acuerdo con los resultados obtenidos en otras investigaciones (17), la relación ideal entre el maíz y el frijol es de 2.4 : 1.

La deficiencia de metionina que se constató en el suplemento puede explicarse también en base de los principales ingredientes de la mezcla: harina de soya y leche descremada. Ambos se consideran buenas fuentes de lisina, pero son deficientes en metionina (18, 19).

El mejoramiento del valor nutritivo de la dieta básica al ser complementada con la mezcla proteínica confirma el efecto benéfico de esta última. Sin embargo, la mezcla todavía acusa deficiencia relativa de lisina y metionina, hecho que corrobora los resultados que se obtuvieron con la suplementación aislada de la dieta básica y la mezcla. El mayor consumo observado entre los grupos de ratas que recibieron la dieta suplementada demuestra una mejora de su apetito, reflejo de su mejor balance total de los aminoácidos de las raciones, y no solamente de la corrección de la deficiencia del aminoácido lisina. Esto puede apreciarse haciendo una comparación entre los resultados obtenidos al suplementar la dieta básica sólo con aminoácidos (Cuadro N° 3) y los que produjo la misma dieta al agregársele la mezcla proteínica por sí sola o suplementada.

La mayor ganancia ponderal observada en los grupos suplementados con la mezcla rica en proteínas, en contraste con la que acusaron las ratas cuya dieta se suplementó sólo con aminoácidos, puede haberse debido en parte a una mayor ingesta proteínica total. No obstante, es de interés señalar que la eficiencia de la proteína fue similar en ambos casos, lo que indica que la suplementación de la dieta básica con la mezcla proteínica induce un mejoramiento en la calidad de la dieta ingerida por el animal. Conviene tener en cuenta, asimismo, que los resultados en términos del índice de eficiencia proteínica se vieron afectados en aquellos casos en que la dieta basal fue suplementada, ya que, según se sabe, a mayor in-

gesta de proteína corresponde un menor IEP (20), aseveración que se constató en este estudio. Por consiguiente, en experimentos posteriores habrá que eliminar este doble efecto administrando a los animales la misma cantidad de proteína.

Los resultados del estudio concerniente al efecto de la cantidad y frecuencia con que la dieta básica se suplementó con la mezcla proteínica o con leche, tienen características muy interesantes. La mejoría observada en cuanto al valor nutritivo de la dieta básica al ser suplementada con leche o con la mezcla proteínica demuestra que la eficiencia de utilización de la proteína alcanza un punto máximo, a partir del cual dicha eficiencia permanece constante. Esto indica, por lo tanto, la importancia que desde el punto de vista práctico y económico tiene el conocimiento exacto de esa cantidad.

Bien puede ser que los valores relativamente altos de grasa que reveló el análisis de los hígados haya sido el reflejo de una posible deficiencia de aminoácidos, en este caso, de lisina y metionina.

Según los datos y a juzgar por la ganancia ponderal y el índice de eficiencia proteínica constatados, el suplemento debe ser suministrado diariamente para obtener un grado de complementación óptimo.

Los cambios observados en lo referente al consumo de la dieta básica a los diferentes intervalos con que se administró la mezcla proteínica o la leche, aparentemente reflejan dos hechos: al principio, la necesidad del animal de compensar la deficiencia de proteínas que se acentúa por la ausencia de estos suplementos, y después, la pérdida del apetito debida a la menor calidad nutritiva de la dieta.

En todo caso, el presente estudio subraya la necesidad de considerar la calidad de la proteína de la dieta basal en relación a la cantidad y calidad de la proteína del suplemento. Sugiere, además, que estas dos últimas condiciones y la frecuencia con que el suplemento se consuma o administre, pueden ser factores relevantes en el éxito que se logre con la utilización de mezclas ricas en proteína en situaciones prácticas.

SUMMARY

Studies in rats of the effect of a basic diet of rural Guatemala, supplemented with cow's milk or a protein mixture

Studies in rats were carried out to assess the nutritive value several protein-rich foods tested as supplements to a diet containing low quality protein.

The results showed that the protein quality of the basic diet was relatively low, but that its nutritive value could be improved by the addition of lysine and methionine. On the other hand, the protein-rich food prepared with soybean flour, cottonseed flour and skim-milk, as the main components, was of a high protein quality; however, when the protein level of the mixture was significantly decreased, it was found to be deficient in methionine.

When used as a supplement to the basic diet, the mixture improved the protein value of the diet. The intake for maximum performance, however, amounted to 1.4 g/rat/day, as compared to 0.8 g/rat/day, when cow's milk was used. Both supplements increased the consumption of the poor quality diet.

The results of the studies also demonstrated that the quantity and quality of the supplement as well as the frequency rate of consumption, had a significant effect in improving the quality of the basic diet, as measured by the animal weight gains and protein efficiency ratios.

Greater weight gains were recorded when the supplements were more frequently consumed, even though differences in the protein efficiency ratios were not significant.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Bressani, R & L. G. Elías.—Processed vegetable protein mixtures for human consumption. *Advances Food Res.*, 16: 1-103, 1968.
- (2) Bressani, R., L. G. Elías, A. Aguirre & N. S. Scrimshaw.—All-vegetable protein mixtures for human feeding. III. The development of INCAP Vegetable Mixture Nine. *J. Nutrition*, 74: 201-208, 1961.
- (3) Swaminathan, M.—Role of food technology in solving problems of nutrition in India. En: *Proc. of the Sixth International Congress of Nutrition*. Edinburgh 9-15 Aug., 1963. Edinburg, E. & S. Livingstone Ltd., 1964. p. 149-164.
- (4) Ballarin, O.—Problems in food technology in the development of new foods for the pre-school child. En: *Pre-school child malnutrition. Primary deterrent to human progress. An International Conference on Prevention of Malnutrition in the Pre-school Child*, Washington, D. C., Dec. 7-11, 1964. Washington, D. C., National Academy of Sciences - National Research Council, 1966. p. 232-240. (NRC Publication 1282.)
- (5) *Protein-Enriched Cereal Foods for World Needs*. Ed. by Max Milner. Minnesota, The American Association of Cereal Chemists, 1969.
- (6) Flores, M.—Food patterns in Central America and Panama. En:

- Tradition Science and Practice in Dietetics. Proc. of the 3rd. International Congress of Dietetics. London, July, 1961. Yorkshire, Great Britain, Wm. Byles and Sons Limited of Bradford, 1961. p. 23-27.
- (7) Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 7th ed. Washington, D. C., 1950.
- (8) Fiske, C. H. & Y. Subbarow.—The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 66: 375-400, 1925.
- (9) Lowry, O. H. & J. López.—The determination of inorganic phosphate in presence of labile phosphate esters. *J. Biol. Chem.*, 162: 421-428, 1946.
- (10) Jackson, S. H.—Determination of iron in biological material. *Industrial & Engineering Chemistry Analytical Edition*, 10: 302-304, 1938.
- (11) Moss, M. L. & M. G. Mellon.—Colorimetric determination of iron with 2', 2''-bipyridyl and with 2, 2', 2''-terpyridyl. *Industrial & Engineering Chemistry Analytical Edition*, 14: 862-865, 1942.
- (12) Steele, B. F., H. E. Sauberlich, M. S. Reynolds & C. A. Baumann. Media for *Leuconostoc mesenteroides* P-60 and *Leuconostoc citrovorum* 8081. *J. Biol. Chem.*, 177: 533-544, 1949.
- (13) Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart.—Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
- (14) Manna, L. & S. M. Hauge.—A possible relationship of vitamin B₆ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
- (15) Bressani, R.—Formulation and testing of weaning and supplementary foods containing oilseed proteins. En: *Protein-Enriched Cereal Foods for World Needs*. Ed. by Max Milner. Minnesota, The American Association of Cereal Chemists, 1969. p. 49-66.
- (16) Scrimshaw, N. S. & M. Béhar.—Protein malnutrition in young children. *Science*, 133: 2039-2047, 1961.
- (17) Bressani, R., A. T. Valiente & C. Tejada.—All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The value of combinations of lime-treated corn and cooked black beans. *J. Food Sci.*, 27: 394-400, 1962.
- (18) Cravens, W. W. & E. Sipos.—Soybean oil meal. En: *Processed Plant Protein Foodstuffs*. Ed. by A. M. Altschul. New York, Academic Press, Inc., Publishers, 1958. p. 353-397.
- (19) Waddell, J.—Supplementation of plant proteins with amino acids. En: *Processed Plant Protein Foodstuff*. Ed. by A. M. Altschul. New York, Academic Press, Inc., Publishers, 1958. p. 307-351.
- (20) Braham, J. E., L. G. Elías, S. de Zaghi & R. Bressani.—Effect of protein level and duration of test on carcass composition, net protein utilization (NPU) and on protein efficiency ratio (PER). *Nutr. Dieta*, 9: 99-111, 1967.