

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Estudio, en ratas, del efecto de la suplementación proteínica de una dieta típica de una comunidad rural de Guatemala.

JUAN JACOBO ERDMENGER¹, LUIZ G. ELIAS², NELSON DE SOUZA³,
JOAO B. SALOMON⁴, RICARDO BRESSANT⁵,
GUILLERMO ARROYAVE⁶ Y JEAN-PIERRE HABICHT⁷
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto que se obtiene al suplementar con una mezcla de proteínas una dieta típica del área rural de Guatemala, para niños de dos años de edad. Para el propósito se llevó a cabo un experimento con 72 ratas Wistar de 21 días de edad, distribuidas en 9 grupos diferentes, a cada uno de los cuales se les administró diversas dietas, todas ellas basadas en la dieta básica de la comunidad rural seleccionada para el estudio, y una mezcla proteínica. Los resultados en general demostraron que la eficiencia del alimento y el consumo total del

- 1 Cuando este trabajo se llevó a cabo, el Dr. Erdmenger era Médico Jefe de la Unidad de Campo de la División de Desarrollo Humano del INCAP. En la actualidad sirve el cargo de Jefe de la Unidad de Planificación de Epidemiología y Estadística del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala.
- 2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
- 3 El Dr. de Souza realizaba investigaciones especiales en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, como becario de la Organización Panamericana de la Salud, cuando se efectuó esta investigación. Su cargo actual es el de Asistente del Departamento de Medicina Preventiva de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas de Betucatu, Brasil.
- 4 En esa época, Jefe de la Sección Biomédica, División de Desarrollo Humano, INCAP. Actualmente el Dr. Salomon es Vice-Director de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Brasilia, Brasilia, D. F., Brasil.
- 5 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
- 6 Jefe de la División de Química Fisiológica de la misma Institución.
- 7 Jefe de la Sección Biomédica y Epidemiológica, División de Desarrollo Humano, Publicación INCAP E 595.

Recibido: 14-6-1971.

mismo aumentan considerablemente cuando la dieta básica se suplementa con la mezcla proteínica. No se observó una diferencia tan notoria en cuanto a eficiencia del alimento entre la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica y la mezcla proteínica sola.

La comparación de las tres dietas en lo referente a costo en función de su valor nutritivo, reveló que la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica tiene notables ventajas sobre las otras dos. Los resultados de la suplementación con aminoácidos demostraron que la lisina es el primer aminoácido limitante de la dieta básica. Por el contrario, el agregado de metionina, en todo caso, parece producir un descenso de su valor nutritivo, aunque ligero, sugerente de cierto efecto de desbalance de aminoácidos. Se discute el significado de estos estudios en lo que respecta a la alimentación de niños preescolares, y se llega a la conclusión de que estos resultados pueden ser extrapolados al hombre.

INTRODUCCION

Estudios dietéticos previos han revelado que en diversas zonas del área rural de Guatemala, la dieta de consumo habitual acusa deficiencias de ciertos nutrientes (1, 2), lo cual constituye un factor de importancia en la etiología de la desnutrición proteínico-calórica (3). El efecto de dietas carenciales sobre el crecimiento y desarrollo es mayor cuando coincide con edades en las que ese desarrollo es más rápido. Es también durante esa época cuando otros factores ambientales adversos, tales como la mayor incidencia de enfermedades infecciosas, agravan los casos de desnutrición. Por otro lado, hay una serie de factores de orden socioeconómico, agrícola y tecnológico que, a su vez, limitan el uso de alimentos ricos en proteína animal, cuya disponibilidad ayudaría a solucionar el problema. Este hecho determina la importancia cada vez mayor que en la actualidad tiene el estudio y la elaboración de mezclas vegetales de alto contenido proteínico y bajo costo, como medida preventiva y curativa de la desnutrición.

El objetivo de este trabajo fue determinar en animales de experimentación, el efecto de la administración de la dieta "típica de una aldea rural de Guatemala", y el efecto resultante de la suplementación de dicha dieta con una mezcla de alto contenido proteínico, o con los aminoácidos en que esta última es deficiente.

Dicha mezcla fue investigada para determinar su valor potencial como suplemento humano a la dieta del área rural en base del bajo costo y disponibilidad de los ingredientes utilizados en su elaboración. En general, la leche descremada

se obtiene gratuitamente, pero en cantidades insuficientes para satisfacer las necesidades nutricionales. En cambio, la Incaparina se encuentra disponible localmente, a bajo precio.

La dieta típica utilizada en este estudio se identifica en adelante como *dieta básica*. Además, se hacen estimaciones del costo de las diferentes dietas, por gramo de proteína, por gramo de alimento consumido, y por gramo de ganancia de peso corporal, respectivamente.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Bases para la Selección de la Dieta

Se escogió para el estudio la aldea El Conacaste, situada en el municipio de Sanarate, departamento de El Progreso, a una distancia de 6 km de la cabecera municipal y a 58 km de la ciudad de Guatemala. Dicha comunidad cuenta con un total de 853 habitantes, de los cuales 208 son menores de siete años. Toda la población es ladina⁸ y se dedica a la agricultura. No dispone de servicios de agua potable ni de energía eléctrica. Esta aldea forma parte del estudio que sobre la relación entre nutrición, crecimiento físico y desarrollo mental, tiene en marcha actualmente la División de Desarrollo Humano del INCAP (4).

Con miras a definir los componentes alimenticios de la dieta típica de dicha comunidad, al inicio del estudio se llevó a cabo una encuesta dietética transversal, siguiendo el método de registro diario cuantitativo y la técnica de entrevista familiar en el hogar por medio de tres visitas (4).

De la población total se seleccionó una submuestra que incluyó todas las familias del poblado con niños comprendidos entre las edades de 0 a 60 meses, escogiéndose un niño de cada familia. Para la elaboración de la dieta básica utilizada en este experimento se tomó el promedio de la cantidad de alimento consumido por el segundo tercil del grupo de niños de dos años. Se tomaron en cuenta aquellos alimentos que consumieron la mayoría de los sujetos incluidos en el estudio y que representan el 80% de la dieta total.

El grupo etario fue seleccionado por dos razones princi-

⁸ Término de connotación cultural que indica que no se tienen o conservan las características y costumbres indígenas.

pales: a) porque a esta edad el niño ha sido ya incorporado al patrón dietético de la familia, y b) porque en una población con alimentación insatisfactoria, es mucho más probable que a esa edad se encuentren casos de desnutrición (5).

La dieta que se seleccionó fue preparada por los propios miembros de la comunidad, en la forma en que habitualmente lo hacen. Luego se transportó a los laboratorios del INCAP, donde se homogeneizó y secó en un horno de aire caliente a una temperatura que no excedía de 70° C. Posteriormente se molió el material, y se usó como la dieta básica del experimento. Su composición y contenido proteínico, expresados en términos de porcentaje, se muestran en el siguiente:

CUADRO N° 1
COMPOSICION PORCENTUAL Y COSTO DE LA DIETA BASICA Y DE LA MEZCLA PROTEINICA

Alimento	Dieta básica ¹ base seca %	Costo Quetzales ² /100 lbs
Tortilla ³	44.8	7.50
Pan	28.4	26.59
Frijol	12.2	16.80
Azúcar	8.3	8.04
Panela ⁴	6.3	7.11

Componentes	Mezcla proteínica ⁵ %	Costo
Harina de algodón	40	5.50
Leche descremada	40	22.00
Harina de maíz	16	4.00
Levadura torula	3	15.00
Fosfato de calcio	1	5.00

1. Contenido proteínico: 10%.
2. Un quetzal equivale a un dólar de los Estados Unidos de América.
3. Torta de masa de maíz tratada con cal (CaOH₂).
4. Azúcar de baja pureza, con un alto contenido de melazas.
5. Contenido proteínico: 35%.

Suplementación de la Dieta Básica con una Mezcla Proteínica y con Aminoácidos

Para suplementar la dieta básica se usó una mezcla proteínica cuya composición, contenido de proteína, y costo de los componentes, se dan a conocer también en el Cuadro No. 1. Además, tanto la dieta básica como la mezcla proteínica fueron suplementadas separadamente con metionina y lisina. Según se ha demostrado, los componentes principales de la dieta básica, maíz y frijol, son deficientes en los aminoácidos lisina y metionina, respectivamente. En los casos en que se usó la mezcla proteínica como suplemento, diariamente se administraron 2 gramos de ésta, en comedero separado, y durante un período de dos horas, registrándose el peso del sobrante, si lo hubiese. Los diferentes tratamientos experimentales se presentan en el Cuadro N° 2.

Experimento en Animales de Laboratorio

Se emplearon 72 ratas de la raza Wistar, de 21 días de edad, provenientes de la colonia del INCAP. Para cada grupo experimental se usaron 8 animales, 4 hembras y 4 machos, los que se alojaron en jaulas individuales con fondos levantados de tela metálica, ofreciéndoseles la comida y el agua a libre demanda. El peso promedio inicial de los diferentes grupos no difirió en más de 1 gramo. La duración del experimento fue de 28 días, período en el que llevó un registro semanal del alimento consumido y del peso de cada animal. Para permitir la determinación de "eficiencia del alimento" la mezcla proteínica se administró al nivel de 10% de proteínas, usando almidón de maíz como diluyente. Tanto la dieta básica como la mezcla proteínica fueron ofrecidas a los animales sin el agregado adicional de minerales ni vitaminas.

RESULTADOS

Se presenta primero una comparación de los resultados obtenidos con la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica, y con la mezcla proteínica sola (Cuadro N° 2).

Se obtuvo una mejora significativa en la ganancia ponderal promedio de los animales que recibieron la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica (109 g) en contraste con las ratas alimentadas con la dieta básica sola (51 g). En

CUADRO N° 2
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LA DIETA RURAL BASICA CON UNA MEZCLA
PROTEINICA O AMINOACIDOS

Grupo	Dieta	Proteína en	Ganancia de peso		% de eficiencia del		Consumo total de	
		la dieta	\bar{x}	EE ²	alimento ¹	EE ²	\bar{x}	EE ²
		%						
1	Dieta básica	10	51	3.7	16	0.59	314	41.1
2	Dieta básica + 0.20% DL-metionina	11	47	3.1	16	0.76	303	38.7
3	Dieta básica + 0.25% L-lisina HCl	11	74	3.7	21	0.58	359	9.6
4	Dieta básica + 0.20% DL-metionina + 0.25% L-lisina HCl	10	86	2.4	23	0.99	378	32.1
5	Dieta básica + 2 g c/día de mezcla proteínica	10	109	7.7	26	0.70	421	21.2
6	Mezcla proteínica	11	117	2.9	24	0.54	486	32.7
7	Mezcla proteínica + 0.25% L-lisina HCl	10	126	5.8	25	0.96	495	6.7
8	Mezcla proteínica + 0.20% DL-metionina	10	129	1.7	26	0.43	488	8.3
9	Mezcla proteínica + 0.20% DL-metionina + 0.25% L-lisina HCl	10	129	4.4	28	0.61	468	37.8

Peso inicial: Promedio en todos los grupos = 47.5 g.

¹ % de eficiencia del alimento = $\frac{\text{Peso ganado}}{\text{Alimento consumido}} \times 100$

² EE = Error Estándar.

CUADRO N° 3
ANÁLISIS DE VARIANCIA

Fuente de variación	Probabilidad	Comentario
A) Relación entre dieta básica y mezcla proteínica	A)	
1. Hay diferencia entre las dietas	0.01	1. Existe gran diferencia en el crecimiento de los animales entre las dos dietas - 51 versus 117 g (dieta básica versus mezcla proteínica).
2. Hay sinergismo al agregar la mezcla proteínica a la dieta básica	0.01	2. Al agregar 15.7 g de mezcla proteínica por cada 100 g de la dieta básica (la mezcla proteínica constituye, por lo tanto, 13.3% de la dieta total), el aumento de peso (108.5 g) es el doble del esperado (59.8 g) si los efectos fueran simplemente aditivos. Hay un efecto sinérgico.
B) Efecto del agregado de aminoácidos:	B)	
1. Lisina		
a) a la dieta básica	0.01	a) La lisina es el primer aminoácido limitante para la dieta básica.
b) a la mezcla proteínica	N. S.*	b) La metionina es el segundo aminoácido limitante para la dieta básica.
2. Metionina		
a) a la dieta básica	N. S.	c) La lisina es tan limitante que el agregado de metionina (solamente) tiende a ser perjudicial (desequilibrio de aminoácidos).
b) a la mezcla proteínica	0.01	
3. Lisina		
a) a la dieta básica con metionina	0.05	d) La metionina es el primer aminoácido limitante para la mezcla proteínica (crecimiento del pelo).
b) a la mezcla proteínica con metionina	N. S.	
4. Metionina		
a) a la dieta básica con lisina	0.05	e) La lisina no es limitante para la mezcla proteínica.
b) a la mezcla proteínica con lisina	N. S.	
C) Hay diferencia en cualquiera de las composiciones entre sexos	C) NO	
	N. S.	

* No tiene significancia estadística.

el grupo que consumió la mezcla proteínica sola el aumento promedio de peso fue de 117 g. Otra medida usada para evaluar las dietas fue el índice de eficiencia del alimento (Cuadro Nº 2), es decir, la relación entre el peso ganado y el peso del alimento consumido, el cual se utilizó por considerarse de interés práctico. En la dieta básica dicho índice fue de 16%; cuando se suplementó con la mezcla proteínica fue de 25%, y al usarse solo la mezcla proteínica, de 24%. El efecto observado al agregar metionina y lisina a las diferentes dietas se puede apreciar también en el Cuadro Nº 2 y será comentado más adelante. Las diferencias en cuanto a ganancia de peso se sometieron a análisis de variancia, y los resultados se expresan en el Cuadro Nº 3. No hubo diferencias significativas entre ambos sexos.

Costo

El costo de la dieta básica por 10 g de proteína fue de 2.0 centavos de quetzal: el de la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica, de 2.1 cts., y el de la mezcla proteínica sola, de 3.2 cts. (Cuadro No. 4). Calculado sobre la base de 100 g de alimento consumido, el costo de la dieta básica ascendió a 2.5 cts.; el de la dieta básica con el agregado de la mezcla proteínica fue de 2.7 cts., y el de la mezcla proteínica sola, de 3.5 centavos. El costo de la dieta básica por 100 g de aumento de peso de los animales fue de 16 cts.; el de la dieta suplementada con la mezcla proteínica, de 10 cts., y el de la mezcla proteínica sola, de 15 centavos de quetzal.

CUADRO Nº 4

COSTO DE LAS DIETAS CALCULADO CON BASE EN DIFERENTES CRITERIOS

(expresado en centavos de quetzal¹)

Dieta	Por 10 g de proteína	Por 100 g de alimento consumido	Por 100 g de aumento ponderal
1 Dieta básica	2.0	2.5	16
2 Dieta básica + mezcla proteínica	2.1	2.7	10
3 Mezcla proteínica	3.2	3.5	15

1. Un quetzal equivale a un dólar de los Estados Unidos de América.

DISCUSION

Para evaluar las diferentes dietas se usó la ganancia de peso, por ser esta medida la que más se utiliza en la práctica como índice de crecimiento físico en humanos. No menos importante, se emplea también como expresión del estado de salud y, por lo tanto, facilita la aplicación de los resultados del experimento aquí descrito, a la práctica pediátrica.

En los casos en que se usó la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica, el aumento de peso fue significativamente mayor del observado en el grupo que consumió solo la dieta básica, y ligeramente inferior de la ganancia que acusó el grupo alimentado con la mezcla proteínica sola. Si la mezcla de las dos dietas únicamente hubiera tenido un efecto aditivo, el peso de las ratas habría sido de 59.8 gramos. Sin embargo, el peso fue 108.5 g, es decir, el doble del esperado. En otras palabras, hubo un efecto sinérgico entre el suplemento y la dieta básica. Este efecto se debe a la corrección de la eficiencia en lisina y metionina que resulta, por una parte en una mejor utilización de la proteína ingerida, y por la otra, en un incremento en la cantidad de alimento consumido.

El agregado de metionina a la mezcla proteínica induce un aumento significativo de peso que no se observa con la adición de lisina. Esto indica que para la rata, la metionina es el aminoácido limitante en la mezcla proteínica. Ello puede explicarse por el hecho de que el requerimiento de aminoácidos azufrados es mayor en estos animales debido a las cantidades adicionales que necesitan para crecimiento del pelo.

Por el contrario, el agregado de metionina a la dieta básica, en vez de ser provechosa induce una reducción en la ganancia ponderal, aunque ésta no es estadísticamente significativa. En cambio, la adición de lisina produce un aumento significativo de peso, mostrando así que éste es el aminoácido que ocupa el primer lugar como limitante. La adición de metionina a la dieta básica ya suplementada con lisina, produce un incremento de peso significativo. La metionina se comporta como el segundo aminoácido limitante. Esto explica por qué al faltar la lisina, el agregado de metionina produce un desequilibrio perjudicial en los aminoácidos (6).

Cuando se usó el índice de eficiencia del alimento como

criterio para evaluar las dietas, constatamos una gran diferencia entre el grupo alimentado con la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica, y el que recibió la dieta básica sola. No hubo diferencia de importancia estadística entre el grupo que consumió la dieta básica suplementada con mezcla proteínica, y el que consumió sólo la mezcla; este hallazgo sugiere que existe un fenómeno de complementación de la proteína entre la dieta básica y la mezcla proteínica.

Al examinar comparativamente los resultados concernientes al consumo de alimento como índice del apetito, se aprecia que cuanto mejor es la calidad de proteínas en la dieta, mayor es el consumo de alimento. El grupo que recibió la mezcla proteínica consumió considerablemente más alimento que los grupos alimentados con la dieta básica y con la dieta básica suplementada con mezcla proteínica. Este incremento en el consumo no guarda relación con el aumento de peso observado entre los diferentes grupos, debido a diferencias en la calidad de la proteína de las tres dietas.

Se hicieron consideraciones comparativas del costo de la dieta básica, de ésta suplementada con la mezcla proteínica, y de la mezcla proteínica sola. Si se toma en cuenta el costo de las dietas por 10 g de proteína, no hay diferencia entre la dieta básica y la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica. En cambio, el costo de 10 g de la mezcla proteínica por sí sola es mucho mayor. Si dicho costo se expresa por 100 g de alimento consumido tampoco existe diferencia entre la dieta básica y la dieta básica suplementada con mezcla proteínica. El costo de 100 g de mezcla proteínica es considerablemente más elevado que el de las anteriores. Ahora bien, al expresar el costo de la dieta por 100 g de ganancia ponderal de los animales, se observa que tanto la dieta básica como la mezcla proteínica solo tienen un costo apreciablemente superior al de la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica. Según esta forma de expresión, la dieta básica es aún más cara que la mezcla proteínica. En resumen, a igualdad de costo por 10 g de proteína y por 100 g de alimento, se obtienen mejores resultados en ganancia de peso y eficiencia del alimento con la dieta básica suplementada con la mezcla proteínica que con las otras dos dietas. Expresadas en términos de incremento de peso, la dieta más barata es la básica suplementada con la mezcla proteínica.

Es un hecho establecido que una proteína con un índice alto de utilización en la rata experimental, es de buena calidad nutricional para el niño. Por consiguiente, estos resultados, obtenidos en ratas, sugieren el valor potencial de la mezcla de proteínas usada para mejorar el estado de nutrición proteínica en poblaciones de niños que consumen dietas similares a la "dieta básica rural" que se utilizó en el presente estudio.

SUMMARY

Studies, in rats, on the effect of protein supplementation of a basic rural Guatemalan diet

A study was carried out to determine the effect of a high-protein supplement to the basic rural Guatemalan diet of two-year-old children, upon the growth and feed efficiency of 21-day-old weanling rats. Seventy-two animals, distributed in nine different groups were used in this experiments. Different diets were administered to each of them, all of which were based on the basic diet of the rural community selected for the study, as well as a protein mixture.

In general, findings revealed that feed efficiency and total feed consumption increased considerably when the basic diet was supplemented with the protein mixture.

No marked difference was observed in regard to feed efficiency between the basic diet supplemented with protein mixture and the protein mixture alone.

When the cost of the three diets in relation to their nutritive value was compared, data revealed that the basic diet supplemented with the protein mixture had outstanding advantages over the other two.

Results of the amino acid supplementation demonstrated that lysine is the first limiting amino acid of the basic diet. In contrast, the addition of methionine to this diet appeared to cause at least a slight decrease of its nutritive value with a detrimental effect on growth, probably due to amino acid imbalance.

The significance of these studies on the feeding of preschool children is discussed. It is concluded that the results may be extrapolated to man.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Flores, M. & B. García. The nutritional status of children of preschool age in the Guatemalan community of Amatitlan. 1. Comparison of family and child diets. *Brit. J. Nutr.*, 14: 207-215, 1960.
- (2) Flores, M., Z. Flores & M. Y. Lara. Food intake of Guatemalan Indian children ages 1 to 5. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 48: 480-487, 1966.
- (3) Gordon, J. E., J. B. Wyon & W. Ascoli. The second year death rate in less developed countries. *Am. J. Med. Sci.*, 254: 357-380, 1967.

- (4) Klein, R. E. Some considerations in the measurement of the effects of food supplementation on intellectual development and social adequacy. En: **Amino Acid Fortification of Protein Foods**. Report of an International Conference held at the Massachusetts Institute of Technology, September 16 to 18, 1969. N. S. Scrimshaw & A. M. Altschul (Eds.). Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1971, p. 339-349.
- (5) Scrimshaw, N. S., M. Béhar, C. Pérez & F. Viteri. Nutritional problems children in Central America and Panama, **Pediatrics**, 16: 378-397, 1955.
- (6) Harper, A. E. Balance and imbalance of amino acids. **Ann. N. Y. Acad. Sci.**, 69: 1025-1041, 1958.