

Influencia de la densidad calórica sobre la utilización de la proteína en dietas elaboradas a base de maíz y frijol

BEATRIZ MURILLO¹, MARCO TULIO CABEZAS¹ y
RICARDO BRESSANI²

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

RESUMEN

Se diseñó un estudio con el propósito de determinar el efecto de la adición de calorías, proteínas o aminoácidos, y de calorías y aminoácidos, sobre la retención de nitrógeno en perros de 3 a 4 meses de edad alimentados con una dieta de maíz y frijol en la relación de 6.24 a 1. En el primer ensayo los animales recibieron 3, 4, y 5 g de proteína de la dieta/kg de peso corporal/día, suplementándose cada nivel de ingesta proteínica con 0, 25 y 50% de incrementos de densidad calórica sobre el contenido energético de la dieta basal. Los resultados revelaron que el agregado de calorías en forma de aceite mejoraba significativamente la retención de nitrógeno, sobre todo cuando la ingesta de proteína era de 3 g/kg/día. Asimismo, los animales aumentaron de peso con el suplemento calórico.

En un segundo experimento en el que se usó la misma dieta de maíz y frijol con un incremento de 25% de calorías, se reemplazó 10, 20, 30, ó 40% de su proteína por proteína de leche o de huevo o por cantidades equivalentes de los aminoácidos lisina, triptofano y metionina. Los hallazgos señalaron mejores retenciones de nitrógeno conforme el nivel de proteína de origen animal se elevaba; a la vez, éstas fueron mayores que las obtenidas al agregar los aminoácidos en referencia en cantidades equivalentes a su concentración en los niveles de proteína de origen animal utilizada.

Finalmente, en un tercer estudio, se trató de medir el efecto individual de la suplementación calórica y de la suplementación con aminoácidos, así como el efecto combinado de los dos tipos de suplemento. De acuerdo

1. Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

2. Jefe de la citada División.

Publicación INCAP E-762.

Recibido: 11-10-73.

con los resultados, la adición individual de ambos factores mejoró la retención de nitrógeno, siendo el efecto del agregado de calorías ligeramente superior al de los aminoácidos. Sin embargo, el efecto de los dos suplementos combinados fue superior a los obtenidos individualmente. Los datos subrayan la necesidad de considerar integralmente todos los nutrientes cuando se trata de mejorar la calidad nutritiva de dietas pobres. Indican asimismo que con el incremento de la ingesta de dietas a base de productos vegetales de mucho bulto, no es posible lograr satisfacer las necesidades calóricas y proteínicas de la población.

INTRODUCCION

La importancia de la energía para el mantenimiento y crecimiento de los seres vivos ha sido tema de amplio estudio. Según informes de Peterson, Grau y Peek (1), Sebald, Bergand y Bowland (2), Allison (3) y Allison y Wannemacher (4), el contenido de energía en la dieta es un factor crítico que controla el consumo del alimento, ya que el animal tiende a ingerirlo fundamentalmente para satisfacer sus necesidades energéticas. Asimismo, se ha establecido una estrecha relación entre la utilización de nitrógeno y el consumo de calorías (3, 5, 6).

Es evidente que la síntesis de proteína en las células se efectúa eficientemente si hay una cantidad suficiente de energía. La deficiencia energética está asociada al catabolismo proteínico, debido a que en tales circunstancias el animal emplea sus reservas de proteína para corregir la deficiencia calórica (5-9). Más aún, la deficiencia en cuanto al consumo de calorías, aunado al de proteínas pobres en aminoácidos esenciales, aumenta los problemas de desnutrición proteínica (10-12).

Las poblaciones rurales y de bajos recursos económicos de América Latina consumen dietas deficientes en proteína, tanto en cantidad como en calidad (13-17). Esto se debe a que en su alimentación predominan cereales, tubérculos, verduras y algunas leguminosas, siendo los grupos más afectados los de niños preescolares.

La mayoría de los estudios que hasta ahora se han llevado a cabo en relación al mejoramiento de las dietas de preescolares del área rural, han considerado principalmente la cantidad y calidad de la proteína que éstos consumen (14-18). Teniendo en cuenta la importancia que el consumo de calo-

rías tiene en la eficiencia de utilización de la proteína dietética, se estimó necesario efectuar una serie de estudios orientados a determinar el efecto que la suplementación calórica de la dieta de preescolares del medio rural ejerce sobre la utilización de la proteína ingerida diariamente en diferentes cantidades.

MATERIALES Y METODOS

Selección de la dieta basal

De acuerdo a una encuesta realizada recientemente por el INCAP (19), la dieta promedio de preescolares de 12 a 36 meses de edad del altiplano de Guatemala, está constituida según detalles provistos en el Cuadro 1. Según se observa, en esta dieta el 12.1% proviene de productos de origen animal (caldo de res, 8.2%; carne cocida de res, 1.5%, y huevo, 2.40%), alimentos que aportan tan solo 15% de la proteína total, que constituye 4.3% de la dieta. De acuerdo con la misma encuesta (19), un alto número de niños de esa zona no consume tan siquiera esa pequeña cantidad de productos de origen animal, por lo que en su dieta predominan aún más el maíz y el frijol, llegándose a establecer una relación de estos productos, en base seca, de 6.24 a 1, como se muestra en el mismo Cuadro.

Esta relación dista mucho de la que se considera adecuada para obtener una complementación óptima entre las proteínas del maíz y del frijol en la dieta. De acuerdo con Bressani, Valiente y Tejada (18), ésta es de 2.6 a 1.

Con miras a establecer si existían diferencias en cuanto a valor nutritivo entre las dietas rurales, con o sin proteína de origen animal y una dieta a base de maíz y frijol —en la relación de 6.24 a 1— se realizó un estudio preliminar con ratas Wistar de 21 días de edad. El ensayo abarcó un período de 28 días, siendo su objetivo medir el índice de eficiencia proteínica (IEP) y la proteína utilizable de tales dietas. Los resultados obtenidos con las dietas mencionadas fueron estadísticamente iguales para los IEP de 1.51, 1.66 y 1.57 (promedio: 1.58), y proteína utilizable de 4.74, 4.76 y 4.75 (promedio: 4.75).

CUADRO N° 1

COMPARACION DE LA DIETA HABITUAL DE PREESCOLARES DE SANTA MARIA CAUQUE, GUATEMALA, CON UN DIETA LIBRE DE PROTEINA DE ORIGEN ANIMAL Y CON OTRA A BASE DE MAIZ-FRIJOL

Alimentos	Dieta de Santa María Cauqué (base original)		Dieta libre de proteína de origen animal (base original)	Dieta de maíz-frijol (base seca)
	g/día	%	%	%
Tortillas	103.5	31.9	36.3* maíz	82.6
Pan	19.5	6.0	6.8 frijol	13.2
Frijol	47.9	14.7	16.8*	
Café	2.6	0.8	0.9 minerales	4.0
Azúcar	28.9	8.9	10.1 vitaminas	<u>0.2</u>
				100.0
Caldo de res	26.4	8.2	-	
Carne de res	4.8	1.5	-	
Huevo	7.8	2.4	-	
Verduras	21.2	6.5	7.4	
Arroz, fideo	16.1	4.9	5.6	
Frutas	13.0	4.0	4.5	
Banano	16.4	5.1	5.8	
Papa	4.3	1.3	1.5	
Caldo de frijol	<u>12.5</u>	<u>3.8</u>	<u>4.3</u>	
	324.9	100.0	100.0	
Análisis proximal:				
Humedad	210.2	64.7	56.7	12.9
Materia seca	114.7	35.3	43.3	87.1
Proteína	14.0	4.3	4.1	10.7
Grasa	2.9	0.9	0.7	3.4
Fibra cruda	2.9	0.8	1.0	2.8
Cenizas	2.6	0.8	0.7	2.0
Energía gruesa (Kcal/100 g)	455.0	140.0	135.0	390.0

* Relación de 6.24 de maíz a 1 de frijol.

Los resultados en referencia constituyen una manifestación del contenido similar de aminoácidos esenciales de las tres dietas, el cual fue determinado en un autoanализador (Cuadro 2).

En vista de que las dietas no acusaron diferencias significativas en cuanto a valor nutritivo, se seleccionó como dieta basal la de maíz y frijol en la proporción de 6.24 a 1.

CUADRO N° 2

CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE LAS DIETAS DE SANTA MARIA CAUQUE, SIN PROTEINA ANIMAL, Y LA ELABORADA A BASE DE MAIZ-FRIJOL (6.24:1)*

Aminoácidos	Dieta Santa María Cauqué**	Dieta sin proteína animal**	Dieta maíz-frijol (6.24:1)**
Treonina	3.95	3.99	4.16
Valina	5.84	4.07	4.97
Metionina	0.95	1.11	-
Isoleucina	3.41	3.40	3.36
Leucina	10.06	10.86	13.08
Fenilalanina	6.20	6.14	6.58
Lisina	4.40	3.70	4.46
Triptofano	0.72	0.79	0.60

* Estos análisis se refectuaron por cromatografía en una autcanalizador.

** Dietas expresadas en g/16 g N.

Ensayos biológicos

Se efectuaron dos estudios de balance de nitrógeno con perros de tres meses de edad, y un ensayo con perros de cuatro meses de edad. Los requerimientos nutricionales para perros de esta edad y de preescolares son similares (20, 21). Los perros fueron desparasitados y alojados en jaulas individuales acondicionadas para estudios metabólicos.

Previo al inicio de cada experimento, los perros se alimentaron con Incaparina y leche durante 14 días, con el objeto de que llegaran al período experimental en condiciones nutricionales idénticas.

Cada ensayo tuvo una duración de 12 días en el curso de los cuales se llevaron a cabo tres balances de nitrógeno de 4 días para cada tratamiento, utilizándose 3 perros en cada balance. En el primer estudio se determinó también la digestibilidad de la energía.

A. Efecto de la Densidad Calórica de la Dieta sobre la Eficiencia de Utilización de la Proteína Ingerida en Diferentes Cantidades

Se empleó un diseño experimental, completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 3 y aplicando los parámetros

siguientes: 3, 4 y 5 g de proteína ingerida/kg de peso del animal/día, aportados por 32.1, 42.8 y 53.5 g de dieta/kg de peso/día, y 0, 25 y 50% de incrementos de densidad calórica sobre el contenido energético de la dieta basal. La energía adicional fue proporcionada por medio de la administración de aceite refinado de soya. La ingesta de 3 g de proteína/kg/día se usó como base ya que en estas condiciones la deficiencia calórica y proteica para el perro fue similar en bases relativas a la deficiencia proteica y calórica de la dieta para preescolares.

B. *Efecto del Mejoramiento de la Calidad de la Proteína sobre la Eficiencia de Utilización Proteínica a una Misma Densidad Calórica*

En este caso la dieta basal fue suplementada con aceite de soya, de tal forma que su densidad calórica se incrementó en un 25%, y su proteína fue substituída parcialmente por 10, 20, 30 ó 40% de proteína de leche o de huevo, o bien suplementada con una mezcla de los aminoácidos esenciales lisina, metionina y triptofano, en cantidades que correspondían a las proporcionadas por las proteínas de origen animal. En todos los casos la ingesta de proteína fue de 4 g/kg de peso/día, suministrada por 42.8 g de dieta/kg de peso/día. Se empleó un diseño de bloques al azar con 18 tratamientos, según se describe en el Cuadro 3.

C. *Efecto de la Densidad Calórica de la Dieta sobre la Eficiencia de Utilización de la Proteína Ingerida en Diferentes Cantidades y Suplementada con Aminoácidos Esenciales*

En este experimento se utilizó un diseño factorial de 2 x 2 x 2, con los parámetros siguientes: por un lado, 3 y 4 g de proteína ingerida/kg de peso del animal/día, suministrados por 32.1 y 42.8 g de dieta basal/kg/día; por el otro, la proteína de la dieta basal suplementada con los aminoácidos lisina y triptofano, y libres de este suplemento, en cantidades que correspondían a las obtenidas mediante la substitución de 20% de proteína de la dieta basal por proteína de leche y, por último, 0 y 25% de incremento de densidad calórica de la dieta basal.

CUADRO N° 3

EFFECTO DE LA SUBSTITUCION PARCIAL DE LA PROTEINA DE LA DIETA BASAL CON PROTEINA DE LECHE O DE HUEVO, Y DE LA SUPLEMENTACION CON LOS AMINOACIDOS LIMITANTES EN LA DIETA BASAL SOBRE LA UTILIZACION DE LA PROTEINA A UNA MISMA DENSIDAD CALORICA (Dieta basal + 25% de incremento de energia)

Trata- miento	Proteína pro- porcionada por la dieta de maíz-frijol		Proteína pro- porcionada por la leche, g prot./kg/día		Proteína pro- porcionada por el huevo, g prot./kg/día		Aminoácidos mg/kg/día*		
		%		%		%	Lis.	Met.	Trip.
1	4.0	100	-	-	-	-	-	-	-
2	3.6	90	0.4	10	-	-	-	-	-
3	3.2	80	0.8	20	-	-	-	-	-
4	2.8	70	1.2	30	-	-	-	-	-
5	2.4	60	1.6	40	-	-	-	-	-
6	4.0	100	-	-	-	-	32	5	8
7	4.0	100	-	-	-	-	64	10	16
8	4.0	100	-	-	-	-	96	15	24
9	4.0	100	-	-	-	-	128	20	32
10	4.0	100	-	-	-	-	-	-	-
11	3.6	90	-	-	0.4	10	-	-	-
12	3.2	80	-	-	0.8	20	-	-	-
13	2.8	70	-	-	1.2	30	-	-	-
14	2.4	60	-	-	1.6	40	-	-	-
15	4.0	100	-	-	-	-	28	6	16
16	4.0	100	-	-	-	-	56	12	32
17	4.0	100	-	-	-	-	84	18	48
18	4.0	100	-	-	-	1	112	24	64

Correspondientes a la cantidad aportada por 10, 20, 30 y 40% de proteína de leche o de huevo.

% de proteína de:	leche	huevo
Lisina	8.1	7.2
Metionina	1.4	1.5
Triptofano	2.0	4.0

RESULTADOS

A. *Efecto de la Densidad Calórica de la Dieta sobre la Eficiencia de Utilización de la Proteína Ingerida en Diferentes Cantidades*

En el Cuadro 4 se dan a conocer los efectos producidos sobre la digestibilidad de energía, retención de nitrógeno y aumento de peso, al incrementar el consumo de energía y de proteína, o de ambos, en perros alimentados con una dieta a base de maíz y frijol en la proporción de 6.24 a 1.

Como los datos lo revelan, la digestibilidad de la energía tiende a disminuir a medida que aumenta el consumo energético cuando el animal ingiere 3, 4 ó 5 g de proteína/kg/día. Este efecto, considerado en forma independiente para cada ingesta de proteína, no fue estadísticamente significativo. Sin embargo, al comparar los efectos entre niveles de ingestión proteínica, se observa una disminución significativa de la digestibilidad de la energía, que de 82.5% descendió a 77.5%, y de 77.5% a 65.5%, como promedio, a medida que la ingestión de proteína ascendía de 3 a 4, y de 4 a 5 g/kg/día, respectivamente. En los tres niveles de ingestión proteínica, los incrementos de densidad calórica de la dieta y, por consiguiente, del consumo de energía, indujeron aumentos en la cantidad de nitrógeno retenido. A pesar de ello, la magnitud de este efecto difirió en cada nivel de ingestión proteínica. Cuando éste fue de 3 g/kg/día, los dos incrementos en densidad calórica de la dieta produjeron aumentos significativos en la cantidad de nitrógeno retenido. En cambio, cuando la ingestión de proteína fue de 4 g/kg/día, el ascenso en nitrógeno retenido fue significativo sólo cuando la densidad calórica se incrementó en un 25%. Asimismo, cuando la ingestión de proteína fue de 5 g/kg/día, los aumentos en retención de nitrógeno de que se acompañaron los incrementos de densidad calórica, no fueron estadísticamente significativos.

Es importante señalar que con 0 y 25% de incremento en densidad calórica, una ingesta proteínica de 3 g/kg/día produce balances de nitrógeno negativos. Pero al incrementarse en un 50%, la misma ingestión de nitrógeno induce una retención de + 0.370 g de nitrógeno. Esta es comparable a la retención obtenida con 4 g de nitrógeno/kg/día y 25 y 50% de incremento de densidad calórica.

CUADRO Nº 4

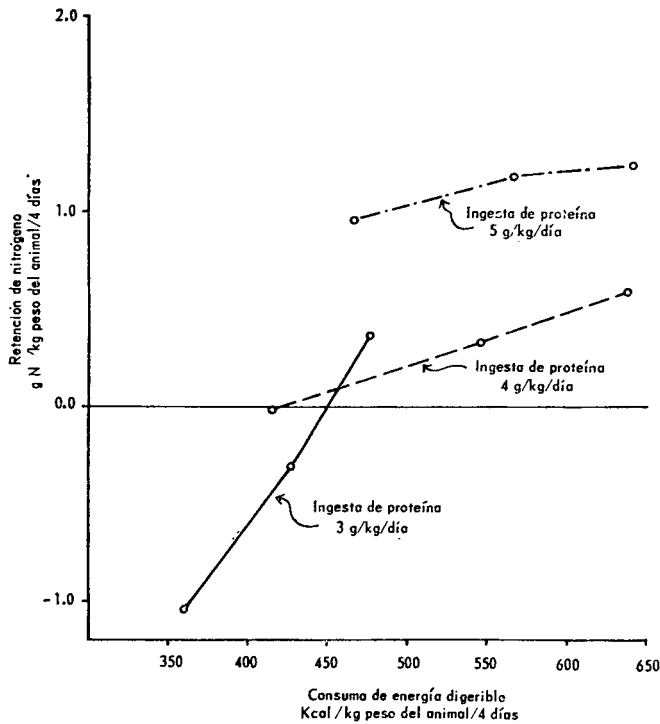
EFFECTOS DE LOS INCREMENTOS ENERGETICOS Y O PROTEINICOS EN LA DIETA, SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA ENERGIA, RETENCION DE NITROGENO Y AUMENTOS DE PESO EN PERROS DE TRES MESES DE EDAD

Proteína g/kg/día	Incremento calórico % sobre dieta basal	Consumo de energía Kcal/kg	Energía di- gerible Kcal/kg	%	Retención de N g/kg*	Aumento en peso g*
3	0	412	362	87.9	-1.018 <u>a</u> / ^{**}	-101.0
	25	516	428	82.9	-0.343 <u>b</u> /	- 59.0
	50	620	476	76.8	0.370 <u>d</u> /	5.0 <u>a</u> / ^{**}
4	0	548	416	75.9	-0.016 <u>c</u> /	- 7.0
	25	684	546	79.8	0.335 <u>d</u> /	14.0 <u>a</u> /
	50	820	636	77.6	0.584 <u>d</u> /	38.0 <u>b</u> /
5	0	684	466	68.1	0.965 <u>e</u> /	13.0 <u>a</u> /
	25	856	564	65.9	1.184 <u>e</u> /	51.0 <u>e</u> /
	50	1028	642	62.5	1.249 <u>e</u> /	61.0 <u>c</u> /

* Promedios de periodos de 4 días.

** Los números con la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba múltiple de grupos (Kramer, C. Y. Extension of multiple range test to groups correlated adjusted means. *Biometrics*, 13: 13, 1957).

El efecto del contenido energético de la dieta sobre la utilización del nitrógeno ingerido a que se ha hecho referencia, se manifiesta en forma más exacta cuando la retención de nitrógeno se relaciona con la densidad de energía digerible consumida por el animal (Fig. 1). Según puede apreciarse, cuando la ingesta de proteína ascendió a 3 g/kg/día y el consumo de energía digerible a 476 Kcal/kg, el nitrógeno retenido fue prácticamente igual al que el animal retuvo ingiriendo 4 g de proteína/kg/día, y consumiendo mayores cantidades de energía digerible.



Incap 73-1081

Figura 1. Relación entre el consumo de energía digerible y la retención de nitrógeno con ingestas de proteína de 3.4 y 5 g/kg/día.

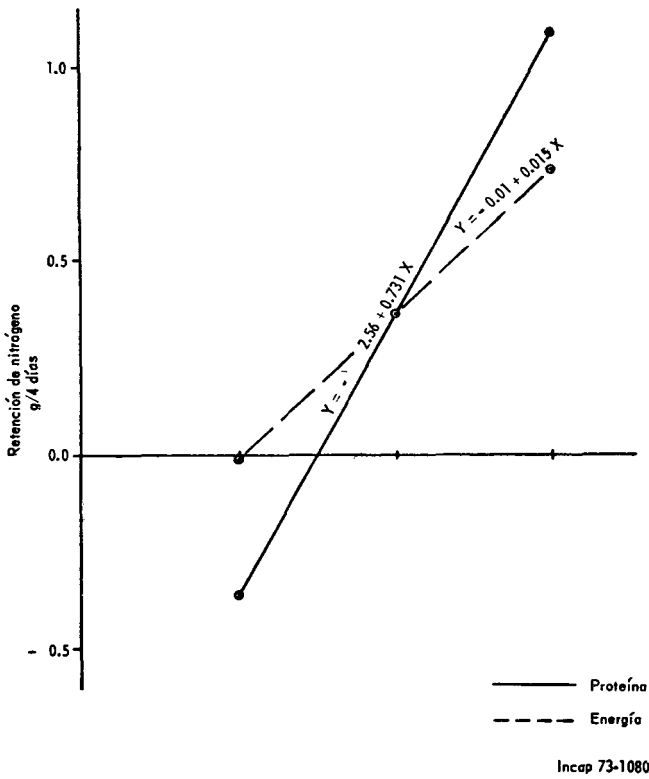
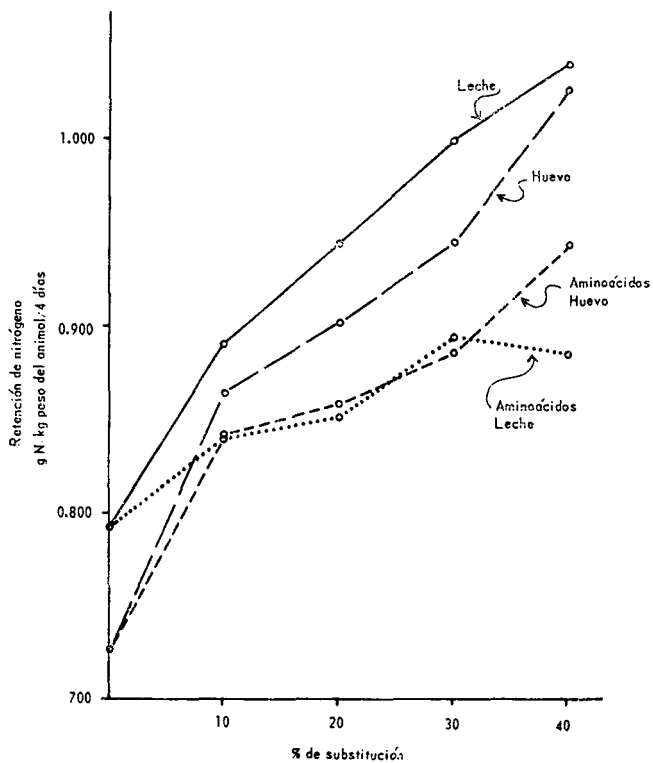
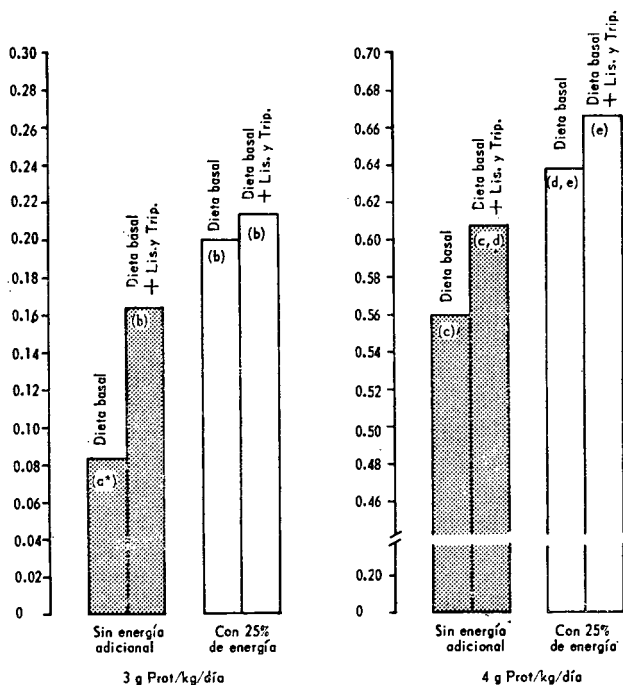


Figura 2. Interacción entre consumo de proteína y consumo de energía en perros de 10 semanas de edad.



Incep 73-1082

Figura 3. Efecto de la substitución de proteína de la dieta basal por proteína animal o por una cantidad equivalente de aminoácidos.



* Las barras identificadas con la misma letra son iguales estadísticamente.

Incap 73-1083

Figura 4. Efecto de la suplementación con lisina y triptofano, de una dieta a base de maíz-frijol, sin o con energía adicional.

A partir de los resultados expuestos y con el objeto de establecer la relación óptima entre el nivel de ingestión de proteína e incremento de densidad calórica con este tipo de dieta, se efectuó un análisis de regresión entre ambas variables, cuyos resultados se presentan gráficamente en la Fig. 2. Según se observa, las líneas de regresión se cruzan al nivel de 4 g de proteína y 25% de incremento energético, y el equilibrio de balance nitrogenado se logra con 3.5 g de proteína.

B. *Efecto del Mejoramiento de la Calidad de la Proteína sobre la Eficiencia de Utilización Proteínica a una Misma Densidad Calórica*

En este ensayo se utilizó la relación cuantitativa óptima entre el nivel de ingestión de proteína (4g/kg/día) y la densidad calórica (25% sobre la dieta basal) encontrada en el estudio anterior (Fig. 2). Aquí el propósito fue evaluar la respuesta a un mejoramiento de la calidad de la proteína de la dieta a base de maíz y frijol (6.24 a 1), empleando los tratamientos expuestos en el Cuadro 3.

Los hallazgos se muestran gráficamente en la Fig. 3, pudiéndose apreciar que, en todos los casos, el mejoramiento de la calidad de la proteína indujo una mejor utilización de la proteína ingerida. Sin embargo, también pueden observarse diferencias importantes en cuanto a la magnitud de los efectos producidos por la substitución parcial de la proteína de la dieta basal con 10, 20, 30 ó 40% de proteína de huevo o de leche, y los producidos por la suplementación de la dieta con los aminoácidos lisina, metionina y triptofano en cantidades equivalentes a las suministradas por las proteínas de origen animal. En el primer caso, cada aumento en el porcentaje de substitución indujo incrementos significativos en la cantidad de nitrógeno retenido. En cambio con la adición de los aminoácidos, el único aumento estadísticamente significativo fue el producido por la suplementación con cantidades equivalentes a 10% de proteína de huevo o de leche. La adición de mayores cantidades de aminoácidos se tradujo en pequeñas alzas en la utilización del nitrógeno, carentes de significado.

C. *Efecto de la Densidad Calórica de la Dieta sobre la Eficiencia de Utilización de la Proteína Ingerida en Diferentes Cantidades y Suplementada con Aminoácidos Esenciales*

Los resultados de este estudio se exponen en la Fig. 4. En este caso, la adición de los aminoácidos lisina y triptofano, produjo aumentos significativos en la retención de nitrógeno cuando la ingestión de proteína fue de 3 ó 4 g/kg/día, sin o con la adición de calorías. El nitrógeno retenido con incrementos de 25% de densidad calórica, fue ligeramente superior al efecto de la suplementación con aminoácidos, al proporcionar a los perros 3 g de proteína/kg/día. Pudo observarse un efecto similar cuando la ingesta de proteína fue de 4 g, salvo

que en este caso, el agregado de aminoácidos indujo una mayor retención de nitrógeno en relación a la adición de aminoácidos sin suplementación calórica.

DISCUSION

Los resultados de los estudios descritos expresan algunas de las relaciones nutricionales existentes entre cantidad y calidad proteínica y densidad calórica de la dieta, y destacan la importancia de tomar en cuenta y balancear estos factores para procurar una utilización eficiente de la proteína.

En el primer ensayo se estableció que una dieta a base de maíz y frijol en la proporción de 6.24 a 1, suministrada sin suplemento calórico en cantidades suficientes para suplir 3 g de proteína/kg de peso/día, no satisface ni los requerimientos energéticos ni proteínicos para el mantenimiento y crecimiento de perros de tres meses de edad. Se probó también que con ese tipo de dieta, el factor más limitante para una utilización eficiente de la proteína, es el bajo consumo de energía ocasionado por la insuficiencia calórica de la dieta. En tales circunstancias, el organismo utilizó proteína como fuente de energía, conduciéndolo así a balances de nitrógeno negativos y a pérdidas de peso. Al incrementar la densidad calórica de la dieta en 25 y 50% por encima de su densidad original, satisfaciéndose los requerimientos energéticos del organismo, se constataron aumentos significativos de la cantidad de nitrógeno retenido, no obstante que la ingestión de proteína se mantuvo al mismo nivel. Esta mayor retención de nitrógeno tuvo como resultado mejores ganancias de peso, evidenciando una utilización más eficiente de la proteína.

El aumento de la ingestión de proteína en cantidades mayores de 4 g/kg/día, así como los incrementos en densidad calórica de la dieta y de consumo de energía, no produjeron aumentos significativos en la retención de nitrógeno de los animales. Este hecho indica que a esos niveles de ingestión proteínica, la eficiencia de utilización de este nutriente ya no se ve limitada por la falta de energía. En este caso el factor limitante es el valor nutritivo de la proteína, que, según se sabe, en las dietas a base de maíz y frijol, preparadas en proporciones similares a la utilizada en el presente estudio, es bajo, de acuerdo a investigaciones previas de Braham *et al.* (13) y de

Bressani, Valiente y Tejada (18). Bajo tal régimen dietético el exceso de proteína es oxidado por el organismo. Este proceso produce un mayor incremento de calor que la oxidación de carbohidratos y lípidos (22), y como consecuencia, una menor eficiencia de utilización de la proteína y del alimento en general.

En el caso de la dieta de maíz y frijol empleada en este estudio, el balance entre la densidad calórica de la dieta y la ingesta de proteína se obtuvo al calculado por análisis de regresión, cuando la ingesta de proteína fue de 4 g/kg/día y la densidad calórica de 488 Kcal/100 g de dieta. En segundo lugar, se deduce que para modificar favorablemente esta relación cuantitativa óptima, la única solución es mejorar la calidad de la proteína. Este último punto fue comprobado en el segundo ensayo, en el que el mejoramiento de la calidad proteínica de la dieta de maíz y frijol con el agregado de pequeñas cantidades de proteína de huevo o leche o aminoácidos esenciales, indujo aumentos significativos en la retención de nitrógeno.

La importancia de alcanzar un balance entre la cantidad y calidad de proteína y la densidad calórica de la dieta se aprecia también en los resultados del tercer ensayo. Estos demuestran que cuando las ingestas de proteína son bajas, es factible mejorar la calidad de la dieta por medio de la suplementación de aminoácidos o calorías. Asimismo, confirman el hecho de que la suplementación calórica es menos importante al incrementar la calidad o cantidad de la proteína ingerida.

CONCLUSIONES

Los resultados de estos estudios tienen gran significado en relación a los esfuerzos que actualmente se están haciendo o se proyecta hacer, con miras a mejorar las dietas de consumo habitual de niños preescolares del área rural de Guatemala y de otros países centroamericanos. En estas dietas predominan el maíz y el frijol, en proporciones que varían de acuerdo a la disponibilidad de estos productos pero que, en general, se acercan a la proporción que se usó en la dieta basal utilizada en este trabajo (18). Según datos obtenidos por García y col. (19), el consumo diario de la dieta típica de niños preescolares de Santa María Cauqué que se detalla en el Cuadro 1, alcan-

za un promedio total de 325 g, cifra que representa 115 g de materia seca. Esta cantidad suple aproximadamente de 50 a 60% de los requerimientos energéticos, y de 70 a 80% de los requerimientos proteínicos de niños de 24 a 36 meses de edad. Asimismo suple 75% de los requerimientos energéticos y 80% de los requerimientos proteínicos para perros de 3 a 4 meses de edad. Braham *et al.* (13, 14), Flores, Flores y Lara (15) y Flores y col. (16, 17) informan una situación similar en otras poblaciones del área rural de Guatemala. Por su parte, los hallazgos de nuestro estudio plantean la posibilidad de mejorar notablemente ese tipo de dieta mediante la adición de pequeñas cantidades de grasa o aceite, con lo que se logra aumentar su densidad calórica. La aplicación de esta medida resultaría en una mayor utilización de la proteína ingerida y, por consiguiente, en un mejoramiento de la calidad de la dieta.

Esto no se obtendría aumentando la ingesta de la misma dieta a menos que se mejorara la calidad de la proteína mediante el agregado de pequeñas cantidades de productos de origen animal, especialmente en aquellos casos en los que no se consume este tipo de productos. Otra forma de mejorar la calidad de la dieta podría ser el aumento en el consumo de frijol; se lograría así reducir la proporción de maíz y frijol en la dieta y, a la vez, aumentar el valor biológico de la proteína ingerida (18).

En conclusión, este trabajo señala la necesidad de considerar integralmente todos los nutrientes, tanto desde el ángulo cuantitativo como cualitativo. Ello es fundamental si se quiere mejorar realmente las dietas de la población rural de los países centroamericanos y de aquellos de otras regiones del mundo donde las condiciones son similares.

Es importante señalar también que las dietas de la misma naturaleza que la utilizada en el presente estudio, son muy voluminosas para el peso; por consiguiente, es difícil lograr un mayor consumo de las mismas para satisfacer tanto las necesidades proteínicas como calóricas. Lo que es más, las poblaciones no cuentan con los recursos económicos que les permitan consumir mayores cantidades, si pudiesen, lo cual indica la necesidad de concentrar más el contenido calórico y proteínico de estas dietas mediante el agregado de aceite o grasa, y de proteína.

SUMMARY

Influence of calorie density on the protein utilization of diets based on corn and beans

A study was performed to determine the effect of individual and combined additions of calories, protein, and/or amino acids, on the nitrogen balance of dogs 3 to 4 months old fed a diet of maize and beans in a 6.24 to 1 ratio.

In the first experiment, the animals were fed 3, 4, and 5 g of protein/kg/day of the maize-bean diet supplemented at each level of protein intake with 0, 25 and 50% of calorie increments over the basal level. Results showed that the addition of calories, as oil, increased nitrogen retention significantly, particularly when protein intake was 3 g/kg/day. As a result of the calorie supplement, the animals gained more weight.

In a second study, the protein of the same diet, with 25% additional calories, was replaced by 10, 20, 30 and 40% of milk or egg protein, or lysine, tryptophan and methionine in equivalent amounts. Findings revealed that nitrogen balance increased as animal protein replaced more of the basal dietary protein. The same was also true when amino acids were used. However, the responses obtained were not as high as when whole protein was utilized, and when higher amino acid additions were used, a plateau in nitrogen balance was reached.

The third experiment was designed to measure the individual effect of calories and amino acids, as well as their combined effect on the protein quality of the maize-bean diet. In this case, results indicated that the individual addition of both types of supplements improved nitrogen balance, the caloric addition showing slightly superior effects. The simultaneous addition of both types of supplements gave slightly higher nitrogen retention values than did individual additions.

In conclusion, the data indicate that when diets are to be nutritionally improved, it is important to consider all limiting nutrients. Furthermore, recommendations to increase nutrient intake through increased food intake are not sound, because the bulk of diets based on maize and beans does not permit such an approach.

BIBLIOGRAFIA

1. Peterson, D. W., C. R. Grau & N. F. Peek. Growth and food consumption in relation to dietary levels of protein and fibrous bulk. *J. Nutr.*, 52: 241-257, 1954.
2. Sebald, I. R., R. T. Bergand & J. P. Bowland. Digestible energy in relation to food intake and nitrogen retention in the weanling rat. *J. Nutr.* 59: 385-392, 1956.
3. Allison, J. B. Calories and protein nutrition. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 69: 1009-1024, 1957-58.
4. Allison, J. B. & R. W. Wannemacher, Jr. Repletion of depleted protein reserves in animals. En: *Amino Acid Malnutrition*. W. H. Cole, ed. New Brunswick, New Jersey, Rutgers University Press, 1957, p. 1-13.
5. Munro, H. N. Carbohydrate and fat as factors in protein utilization and metabolism. *Physiol. Revs.*, 31: 449-488, 1951.

6. Munro, H. N. & T. W. Wikramanayake. Absence of a time factor in the relationship between level of energy intake and protein metabolism. *J. Nutri.* 52: 99-114, 1954.
7. Mitchell, H. H. *Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals*. Vol. 2. New York, Academic Press, 1964, 840 p.
8. Rosenthal, H. L. The effect of dietary fat and caloric restriction on protein utilization. *J. Nutr.* 48: 243-255, 1952.
9. Rosenthal, H. L. & J. B. Allison. Dietary energy requirements. Effects of caloric intake on nitrogen balance and organ composition of adult rats. *J. Agr. Food Chem.*, 4: 792-796, 1956.
10. Loaham, G. G., A. Cordano & J. H. Baertl. Studies in infantile malnutrition. II. Effect of protein and calorie intake on weight gain. *J. Nutr.*, 81: 249-254, 1963.
11. Loaham, G. G. & E. Morales. Studies in infantile malnutrition. I. Nature of the problem in Peru. *J. Nutr.*, 79: 479-487, 1963.
12. Scrimshaw, N. S. & M. Béhar. Protein malnutrition in young children. *Science*, 133: 2039-2047, 1961.
13. Braham, J. E., M. Flores, L. G. Elías, S. de Zaghi & R. Bressani. Mejoramiento del valor nutritivo de dietas de consumo humano. I. Evaluación nutricional de la dieta de preescolares en tres comunidades rurales de Guatemala. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 19: 231-251, 1969.
14. Braham, J. E., M. Flores, L. G. Elías, S. de Zaghi & R. Bressani. Mejoramiento del valor nutritivo de dietas de consumo humano. II. Suplementación con mezcla vegetal INCAP 9 y leche. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 19: 253-264, 1969.
15. Flores, M., Z. Flores & M. Y. Lara. Food intake of Guatemalan Indian children, ages 1 to 5. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 58: 480-487, 1966.
16. Flores, M., B. García, Z. Flores & M. Y. Lara. Annual patterns of family and children's diet in three Guatemalan Indian communities. *Brit. J. Nutr.*, 18: 281-293, 1964.
17. Flores, M., M. T. Menchú, M. Y. Lara & M. A. Guzmán. Relación entre la ingesta de calorías y nutrientes en preescolares y la disponibilidad de alimentos en la familia. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 41-58, 1970.
18. 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.
19. García, B. (INCAP). Comunicación personal.
20. National Research Council. *Nutrient Requirements for Domestic Animals. VIII. Nutrient Requirements for Dogs*. A Report of the Committee on Animal Nutrition. Washington, D. C., 1953, 30 p. (NRC Publication N° 300).
21. Viteri E., F. Composición corporal y requerimientos calóricos y proteínicos en relación a la edad. En: *El Problema de la Desnutrición Proteínica-Calórica en el Istmo Centroamericano*. Guatemala, C. A. Editorial Luz, S. A., marzo de 1971, p. 148-173.
22. Forbes, R. M. & M. Yohe. Effect of energy intake on the biological value of protein fed to rats. *J. Nutr.*, 55: 499-506, 1955.