

**MEZCLAS DE ARROZ Y FRIJOL. (55:45 y 77:23).
I. VALOR NUTRICIONAL DE LAS PROTEINAS
DE LAS MEZCLAS¹**

Rebeca Carlota de Angelis², Luiz G. Elías³ y Ricardo Bressani⁴

**Centro de Nutrición. Instituto de Ciencias Biomédicas
de la Universidad de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil**

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

RESUMEN

Se estudió el valor nutricional de mezclas de arroz y frijol en las proporciones de 55:45 (B₁) y 77:23 (B₂) partes, respectivamente. El estudio se llevó a cabo aplicando los métodos convencionales (NPR, PER, NPU, NDpCal ‰, UP) en animales alimentados con dietas que contenían 10‰ de proteínas y suplementadas con todos los demás componentes normales de la dieta, o por

Manuscrito modificado recibido: 21-1-81.

- 1 Este trabajo se llevó a cabo con fondos del FAPESP y del IBEPEGE/FINEP, Brasil.
- 2 Científica del Centro de Nutrición, Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil.
- 3 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, C.A.
- 4 Jefe de la misma División.

Publicación INCAP E-1052.

estos mismos parámetros pero en condiciones operacionales, o sea sin la suplementación con los demás ingredientes y con el propio contenido proteínico de la mezcla. Se investigó también el valor de la suplementación con una mezcla de yuca y leche (75:25). Los resultados demostraron que el suplemento de la mezcla de yuca y leche mejoraba la calidad de ambas mezclas (B_1 y B_2) y sugieren una mayor eficiencia en observaciones tomadas a los 28 días de la mezcla B_2 al usar los parámetros convencionales para evaluar el efecto. No obstante, al haber otras suplementaciones de la dieta B_1 y B_2 , éstas no fueron significativamente diferentes. Tampoco hubo diferencias en relación a los parámetros bioquímicos (proteína y albúmina plasmática y relación aminoácidos no esenciales/esenciales) entre los grupos.

INTRODUCCION

En los países de América Latina, excluyendo Argentina, Uruguay y Paraguay, el consumo de cereales y leguminosas es mayor que en los países de América del Norte y Europa, ya que en los primeros, el consumo de cereales y leguminosas en promedio es de 389 y 16 g/día, respectivamente. El consumo de carne y leche de los primeros, sin embargo, es de apenas 30 y 79 g, en comparación con los segundos donde esa cifra es de 152 y 573 g, en ese orden (1), o sea que en los países del primer grupo el consumo de cereales y leguminosas ocupa un lugar preponderante del total energético y proteínico ingerido.

En el Brasil, el consumo de frijol *per capita* es uno de los mayores del mundo y corresponde a 64 g/día, aportando cerca de 220 Kcal/día de un total de 2,780 Kcal/día (2).

Las encuestas del ICNND, llevadas a cabo en el nordeste de Brasil, revelaron que prácticamente todas las familias investigadas consumen frijoles y mandioca por lo menos una vez al día (3). En algunos centros el consumo regional típico de frijol y arroz ocurre en la proporción de 47.3:52.7, o de 82:18, suplementada con harina de mandioca y carne en proporciones de 27.7:72.3, ó 54.3:45.7 ó aun de 82.5:17.5, respectivamente, conforme a la región encuestada (4).

La finalidad del presente trabajo fue la de aportar más conocimientos al valor nutricional del sistema alimenticio arroz:frijol en la proporción de 55:45, como es consumida en ciertas regiones del Brasil, en comparación con la mezcla de 77:23 ofrecidas solas o con suplemento de yuca y proteína animal suministrada en frecuencias diferentes.

MATERIALES Y METODOS

Animales

Se utilizaron ratas, raza Wistar, de la colonia de animales del INCAP (4 machos y 4 hembras por grupo) recién destetadas, cuyo peso promedio era de 45 ± 4.3 g. Las ratas se alojaron en jaulas individuales con fondos levadizos de tela metálica, y todo el tiempo tuvieron acceso al agua. La alimentación fue *ad libitum*, usando un comedero que contenía las dietas basales. Los suplementos fueron ofrecidos en comederos especiales en cantidades de 2 ó 3 g diariamente o dos veces por semana, de acuerdo al diseño experimental.

Dietas

La dieta básica estudiada (B_1) era una mezcla de arroz y frijol, en la proporción de 55:45, respectivamente. La mezcla fue suplementada o no con: (SI) leche en polvo/yuca⁵ en la proporción por peso de 75:25; (SII) con almidón (75%) y azúcar (25%); (SIII) con almidón (40%), azúcar (34%), aceite (26%). El contenido de proteína para SI fue de 20.6, y el de calorías para SI, SII y SIII, de 450, 390 y 570, respectivamente. Como control se utilizaron dietas que contenían la mezcla básica de arroz y frijol suplementadas con todos los ingredientes fundamentales de la dieta tales como vitaminas, sales y ácidos grasos, según se describe en la Tabla 1.

Se utilizó también una mezcla de arroz/frijol en proporción de 77 a 23 partes (B_2), ya que según señala Souza (5) las mezclas que contienen de 50 a 70% de proteína de cereal y 50 a 30% de proteína de leguminosa dan los mejores resultados de eficiencia proteínica.

Grupos Experimentales

Con las dietas detalladas en la Tabla 1 se sometieron a prueba los tratamientos experimentales descritos en las Tablas 2 y 3, formando los grupos A, A_1 , A_2 , ... A_9 y los grupos E, E_1 y E_2 . Estos recibieron la dieta 1 (Tabla 1) o la dieta 3 (Tabla 1) con los suplementos y cantidades que se indican en las Tablas.

Las dietas 5 y 6 de la misma Tabla 1 constituyeron los grupos control de caseína (10 y 15% de proteína). Para propósitos de evaluación por medio del NPR, un grupo de animales fue alimentado con una dieta apteica a base de 90.0% de almidón, 5% de

⁵ Yuca fresca, cocida y secada.

TABLA 1
DIETAS EXPERIMENTALES

Ingredientes	Dietas					
	1	2	3	4	5	6
Arroz, g	55	37.4	77	69.3	—	—
Frijol, g	45	25.9	23	20.7	—	—
Yuca, g	—	—	—	—	—	—
Leche, g	—	—	—	—	—	—
Almidón, g ¹	—	26.7	—	—	80	75
Azúcar, g	—	—	—	—	—	—
Aceite, ml	—	5	—	5	5	5
Vitaminas, ml ²	—	5	—	5	5	5
Minerales, g ³	—	4	—	4	4	4
Aceite de hígado de bacalao, ml	—	1	—	1	1	1
Caseína, g	—	—	—	—	10	15
Proteína, g/100 g ⁴	16.3	9.9	12.2	11.6	10.2	14.4
Kcal/100 g ⁵	394	410	398	398	400	400

1 Almidón de maíz.

2 Manna *et al.* (7).

3 Hegsted *et al.* (6).

4 Por determinación N (Kjeldahl) x 6.25.

5 Por determinación calorimétrica.

aceite, 4% de minerales (6), 1% de aceite de hígado de bacalao, y 5 ml de solución vitamínica (7), Esta dieta contiene 450 Kcal/100 g.

Determinación del Valor Nutricional

Para evaluar la calidad de las proteínas de las dietas, se utilizaron diversos métodos, que incluyeron:

IEC — Índice de eficiencia calórica, calculado por aumento de peso/Kcal ingeridas.

TABLA 2
GRUPOS EXPERIMENTALES CON LA MEZCLA
DE ARROZ:FRIJOL (55:45)

Grupo Dieta	A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
SI		2 g*	2 g**	3 g*						
SII					2 g*	2 g**	3 g*			
SIII								2 g*	2 g**	

* g día.

** g 2 veces/semana.

TABLA 3
GRUPOS EXPERIMENTALES CON LA MEZCLA
DE ARROZ:FRIJOL (77:23)

Grupo Dieta	E	E ₁	E ₂
3	+	+	-
4	-	-	+
SI	-	3 g*	-

* g/día.

Peso Corporal

Este fue medido cuatro veces por semana:

Kcal ingeridas: Determinadas a través del producto de alimentos ingerido y contenido calórico, el cual se midió en cada dieta por medio de bomba calorimétrica.⁶

⁶ Ballistic Bomb Calorimeter — Cambridge Inst. Co. Ltd., Mass., EUA.

- NPR:** Índice de eficiencia proteínica neta, calculado a los diez días de experiencia por el cálculo del aumento de peso del grupo bajo prueba, más la pérdida de peso del grupo sometido a la dieta aprotéica/proteína ingerida.
- PER:** Índice de eficiencia proteínica, calculado a los 28 días de experiencia por medio del aumento de peso del grupo bajo prueba/proteína ingerida.
- NPU:** Utilización proteínica neta, calculada a los 28 días de experimentación por el cálculo del nitrógeno final menos el nitrógeno inicial del carcás. El nitrógeno del carcás fue estimado por la ecuación: $(H_2O)(3.09 + 0.032 x)/100$, donde x representa días de vida (8) y el contenido de agua es la diferencia entre peso húmedo y peso seco. El valor de N fue multiplicado por 6.25 y dividido por la proteína ingerida en los 28 días.
- UP:** Utilización proteínica, medida por la NPU x proteína de la dieta.
- NDpCal^o/o:** Utilización de calorías proteínicas. Calculada por: NPU^o/o de las calorías proteínicas de la dieta dividida por 100.

Indicadores Bioquímicos

- Proteína plasmática – fue determinada por el método de Biuret (9).
- Albúmina plasmática – fue determinada por electroforesis (10).
- Aminoácidos no esenciales/aminoácidos esenciales (NE/E) – determinado según Whitehead y Dean (11).

Análisis Estadístico

Se determinaron los promedios y el error estándar de los promedios. La comparación entre los grupos se hizo mediante la prueba de "t" de Student.

RESULTADOS

El efecto de la frecuencia de suplementaciones se presenta en la Tabla 4 para la dieta A (55:45 arroz:frijol).

TABLA 4

DIFERENCIA DE PESO E INGESTION TOTAL DE ANIMALES ALIMENTADOS CON DIETAS DE ARROZ:FRIJOL SUPLEMENTADAS (O NO SUPLEMENTADAS) DIARIAMENTE (O DOS VECES POR SEMANA). OBSERVACIONES DE 28 DIAS

Tratamiento	Promedio de ganancia en peso g	Consumo promedio de alimentos, g		
		Ración g	Supl. g	Kcal totales
A	29 ± 4.9 ¹	208.87 ± 6.05 ¹	—	835.48 ± 24.0 ¹
A ₁	104 ± 3.2*	320.25 ± 28.85*	58	1,513.00 ± 99.9
A ₂	58 ± 3.2* ^a	265.25 ± 30.08* ^a	16	1,121.00 ± 85.7* ^a
A ₃	99 ± 7.97*	314.07 ± 29.33*	84.9	1,645.00 ± 115.7*
A ₄	35 ± 3.3 NS	206.87 ± 13.97 ^{NS}	56	1,052.22 ± 28.84 ^{NS}
A ₅	27 ± 3.0 NS	214.62 ± 10.05 ^{NS}	16	920.33 ± 30.45 ^{NS}
A ₆	26 ± 9.1 NS	181.60 ± 34.13 ^{NS}	84	1,019.50 ± 140.8 ^{NS}
A ₇	31 ± 3.28 ^{NS}	178.50 ± 10.88 ^{NS}	58	944.00 ± 28.42 ^{NS}
A ₈	27 ± 0.90 ^{NS}	178.50 ± 6.36 ^{NS}	16	758.48 ± 21.40 ^{NS}
A ₉	86 ± 5.46*	399.25 ± 16.66*	—	1,662.83 ± 169.77*
Cas ₁₅	141 ± 11.75	401.25 ± 19.18*	—	1,605.00 ± 58.10*
Cas ₁₀	113 ± 7.19*	420.00 ± 12.27*	—	1,675.40 ± 84.00*
DLN	-10 ± 2.14****	186.25 ± 38.50****	—	745.00 ± 18.88

¹ Desviación estándar.

² Suplemento.

* Significativamente diferente de A (P < 0.001).

** Significativamente diferente de E (P < 0.001).

*** Significativamente diferente de todos (P < 0.01).

**** Significativamente diferente de todos (P < 0.001).

NS No significativamente diferente.

a A₂ significativamente diferente de A₁ (P < 0.001).

DLN Dieta libre de nitrógeno.

De acuerdo al análisis de los datos, se observa que la mezcla de yuca/leche suplementó la mezcla A y mejor al ser administrada diariamente. El grupo A_1 fue mejor que el grupo A_2 ($P < 0.001$) al ofrecerse 2 g/día, y 3 g/día no se tradujo en mayor ingesta voluntaria total ni en un mayor crecimiento (grupos A_1 y A_3 , NS).

Se observa, asimismo, que los suplementos calóricos SII y SIII no tuvieron ningún efecto (grupos A, A_4 , A_5 , A_6 , A_7 , A_8 fueron NS) en cuanto a aumentar el peso de los animales. Solamente el suplemento proteínico (SI) fue capaz de incrementar el consumo de alimento, lo cual se tradujo en un mejor crecimiento de los animales. Por el contrario, los suplementos energéticos disminuyeron el consumo de la dieta basal.

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos sobre el efecto del suplemento proteínico a la mezcla de arroz:frijol en la proporción de 77:23, en lo que respecta al promedio de la ganancia de peso y del total de calorías ingeridas (totas de la dieta + suplemento ingerido). Para propósitos comparativos, los efectos de la dieta de arroz:frijol en la proporción de 55:45 también se incluyen en la citada Tabla.

Los resultados de NPR, PER, NPU, NDpCal o/o, e IEC del grupo A alimentado con la dieta de arroz:frijol en la proporción de 55:45 se presentan en la Tabla 6. Según se observa, el suplemento proteínico SI mejoró los resultados de NPR, PER, NPU, UP, NDpCal^{o/o} e IEC, mientras que los suplementos calóricos solamente fueron eficientes para NPR (medidos a los 10 días). Se nota, además, que la cantidad y frecuencia de oferta del suplemento proteínico (SI) no reflejaron diferencias en el caso del NPR (grupos A, A_2 y A_3). En el caso de los demás parámetros, sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas con respecto a la frecuencia de consumo, siendo mejor para el grupo que consumía SI diariamente (grupo A_1).

Datos adicionales obtenidos en cuanto a diferentes índices de la calidad proteínica de la mezcla de 77:23 de arroz:frijol se muestran en la Tabla 7, apreciándose que E (arroz:frijol, 77:23 sin suplemento) fue superior a A (arroz:frijol, 55:45 sin suplemento) en lo que se refiere al NPR. Se observa también que el NPR fue inferior para E_2 (arroz:frijol, 77:23 con suplemento) en relación a A_9 (arroz:frijol, 55:45 con suplemento) ($P < 0.001$). El PER, NPU y UP entre estos dos grupos no fue diferente, pero el NDpCal^{o/o} sí difirió, siendo mejor para E_2 . En el caso del grupo E, la presencia de suplemento proteínico (SI) mejoró los resultados para las observaciones de 28 días (PER, NPU, UP, NDpCal^{o/o} e IEC); sin embar-

TABLA 5

CAMBIO EN PESO E INGESTA DE ALIMENTOS DE ANIMALES ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL CON Y SIN LA OFERTA DE SUPLEMENTOS. OBSERVACIONES DE 28 DIAS

Tratamiento	Promedio de ganancia en peso g	Consumo promedio de alimentos, g		Kcal totales
		Dieta	Suplemento	
E	20.33 ± 4.27 ¹	216.33 ± 27.14	—	830.33 ± 104.43
E ₁ + S ₁	100.80 ± 18.5**	317.00 ± 27.64**	84	1,622.40 ± 106.19**
E ₂	111.33 ± 14.90** ^d	465.83 ± 43.01**	—	1,842.83 ± 169.97** ^d
A	28.67 ± 4.94	208.87 ± 6.05	—	835.48 ± 24.0
A ₃ + S ₁	99.37 ± 7.97*	314.67 ± 29.33*	84.9	1,645.00 ± 115.7*
A ₉	85.62 ± 5.46*	399.25 ± 16.66*	—	1,662.83 ± 169.77*
Cas ₁₀	112.75 ± 7.19*	420.00 ± 12.27*	—	1,675.40 ± 84.00*

¹ Desviación estándar.

* Significativamente diferente de A (P < 0.001).

** Significativamente diferente de E (P < 0.001).

*** E₂ significativamente diferente de A₉ (P < 0.02).

TABLA 6

RESULTADOS DE NPR, PER, NPU, UP, NDpCal^o/o e IEC EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL

Dieta	NPR	PER	NPU	UP	NDpCal ^o /o	IEC
A	1.75 ± 1.40 ¹	0.88 ± 0.19 ¹	0.22 ± 0.03 ¹	3.76 ± 0.49 ¹	3.88 ± 0.50 ¹	3.78 ± 0.84 ¹
A ₁	2.39 ± 0.34*	1.63 ± 0.09*	0.36 ± 0.03*	6.48 ± 0.55*	6.17 ± 0.42*	6.80 ± 0.50*
A ₂	2.21 ± 0.20*	1.24 ± 0.19* ^a	0.31 ± 0.02* ^a	4.96 ± 0.35* ^a	5.30 ± 0.77* ^a	5.30 ± 0.90* ^a
A ₃	2.18 ± 0.08*	1.35 ± 0.05*	0.28 ± 0.03*	5.50 ± 0.47*	4.97 ± 0.50*	6.05 ± 0.20*
A ₄	2.47 ± 0.30*	1.05 ± 0.06	0.34 ± 0.01*	5.44 ± 0.61*	4.40 ± 0.79	3.10 ± 0.60
A ₅	2.10 ± 0.31*	0.76 ± 0.06	0.27 ± 0.03	4.32 ± 0.28	3.89 ± 0.58	3.00 ± 0.80
A ₆	2.15 ± 0.10*	0.85 ± 0.08	0.24 ± 0.02	4.12 ± 0.42	2.84 ± 0.30	2.47 ± 0.26
A ₇	2.34 ± 0.30*	1.05 ± 0.06	0.29 ± 0.02	4.64 ± 0.49	3.72 ± 0.38	3.10 ± 0.80
A ₈	2.23 ± 0.24	0.92 ± 0.04	0.26 ± 0.01	4.16 ± 0.31	3.96 ± 0.33	3.30 ± 0.50
A ₉	2.79 ± 0.28	2.17 ± 0.33*	0.48 ± 0.07*	4.80 ± 0.32*	3.99 ± 0.79	4.68 ± 0.35
Cas ₁₅	3.92 ± 0.39**	2.45 ± 0.14**	0.48 ± 0.03**	6.46 ± 0.48*	5.69 ± 0.42*	7.06 ± 0.43*
Cas ₁₀	4.80 ± 0.15**	3.42 ± 0.40**	0.69 ± 0.06**	7.47 ± 1.61**	6.72 ± 0.59**	8.31 ± 2.40**

* Significativamente diferente de A (P < 0.01).

** Significativamente diferente de todos (P < 0.001).

¹ Desviación estándar.

² A₂ significativamente diferente de A₁ (P < 0.01).

TABLA 7

CALIDAD PROTEINICA (NPR, PER, NPU, UP) NDpCal^o/o E INDICE DE EFICIENCIA CALORICA (IEC)
EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL

Tratamiento	Razón proteínica neta (NPR)	Indice de efíc. prot. (PER)	Utilización prot. neta (NPU)	Proteína utiliz. (UP)	NDpCal ^o /o	Indice de efíc. calórica (IEC)
E	2.36 ± 0.08 ^{1, d}	0.78 ± 0.09 ¹	0.25 ± 0.01 ¹	3.06 ± 0.18 ¹	3.11 ± 0.79 ¹	2.44 ± 1.10 ¹
E ₁ + S ₁	2.33 ± 0.30	1.75 ± 0.11**	0.37 ± 0.03**	4.55 ± 0.35**	5.21 ± 0.38	6.17 ± 0.36**
E ₂	1.80 ± 0.11 ^d	1.98 ± 0.17**	0.42 ± 0.04**	4.89 ± 0.43	5.16 ± 0.44** ^d	6.09 ± 0.21** ^d
A	1.75 ± 0.140 ¹	0.88 ± 0.19	0.22 ± 0.03	3.76 ± 0.49	3.88 ± 0.50	3.78 ± 0.84
A ₁ + S ₁	2.39 ± 0.34*	1.63 ± 0.09*	0.36 ± 0.03*	6.48 ± 0.55*	0.17 ± 0.42*	6.80 ± 0.50*
A ₃ + S ₁	2.18 ± 0.08*	1.35 ± 0.05*	0.28 ± 0.03*	5.50 ± 0.47*	4.07 ± 0.50	6.05 ± 0.20*
A ₉	2.79 ± 0.28*	1.83 ± 0.33*	0.48 ± 0.07*	4.80 ± 0.32*	3.99 ± 0.79	4.68 ± 0.35
Cas ₁₀	4.80 ± 0.15***	2.63 ± 0.40***	0.69 ± 0.00***	7.47 ± 1.61*	6.72 ± 0.59*	8.31 ± 2.40***

¹ Desviación estándar.

* Significativamente diferente de A.

** Significativamente diferente de E.

*** Significativamente diferente de todos.

^d E significativamente diferente de A.

go, los resultados entre E_1 y E_2 no fueron significativamente diferentes.

En la Tabla 8 se reseñan los resultados promedio de proteína y albúmina, así como la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales del plasma. No hubo diferencia significativa entre los grupos para ninguno de estos parámetros, salvo, como era de esperar, para el grupo alimentado con dieta apteica, en el cual, tanto la proteína total como la albúmina plasmática fueron sensiblemente más bajas, ya que el índice NE/E fue significativamente mayor para ese grupo.

TABLA 8

RESULTADOS DE PROTEINA TOTAL, ALBUMINA Y
RELACION DE AMINOACIDOS NO ESENCIALES (NE) A
ESENCIALES (E) EN PLASMA DE RATAS ALIMENTADAS
CON DIETAS DE ARROZ Y FRIJOL

Dieta	Consumo de proteína g/28 días	Proteína plasmática	Albúmina	NE/E
A ₁	34.04	9.30 ± 0.84	4.02 ± 0.18	3.16 ± 0.18
A ₃	68.78	8.44 ± 0.70	4.07 ± 0.57	2.95 ± 0.10
A ₈	29.10	8.60 ± 0.67	4.01 ± 0.29	3.06 ± 0.18
A ₉	39.52	7.41 ± 0.59	4.54 ± 0.29	3.93 ± 0.17
E	26.39	8.98 ± 0.88	4.46 ± 0.50	2.63 ± 0.20
E ₁	38.67	7.64 ± 0.81	4.34 ± 0.51	3.50 ± 0.21
E ₂	54.04	7.29 ± 0.91	3.55 ± 0.60	3.14 ± 0.14
Cas ₁₅	57.78	8.04 ± 0.39	3.66 ± 0.55	2.34 ± 0.11
Cas ₁₀	42.84	8.16 ± 0.65	3.13 ± 0.50	2.72 ± 0.12
DLN	—	5.07 ± 0.24*	1.73 ± 0.21*	5.32 ± 0.22*

* Significativamente diferente ($P < 0.001$).

DLN = Dieta libre de nitrógeno.

DISCUSION

La utilización proteínica de la dieta completa ingerida no depende solamente de la composición de aminoácidos de la proteína en sí, sino también de una serie de otros factores tales como: relación

proteína/calorías, adecuación de la ingesta total de calorías, minerales, vitaminas, y distribución de los componentes en las comidas del día (12), entre otros. De esta forma, los métodos convencionales de determinación de valor biológico sobreestiman la calidad nutricional de las dietas, ya que éstas son suplementadas con los ingredientes indispensables para el animal experimental dejando como única variable la proteína. En el trabajo aquí descrito se trató de determinar el valor de las mezclas de arroz y frijol por los métodos convencionales y por métodos adaptados a la manera operacional, o sea a diferentes niveles de proteína, con o sin la adición de los otros ingredientes de la dieta a fin de obtener resultados de la utilización de la proteína de la mezcla en sí, tal como sería consumida por una población que, por condiciones diversas, no dispone de otros alimentos. En encuestas efectuadas en 1965 en el nordeste del Brasil (3) se verificó que gran parte de las familias consultadas ingieren diariamente frijol, yuca y arroz y, ocasionalmente, leche o carne. Ello sugirió la idea de estudiar el efecto de la frecuencia de ingestión de proteína de origen animal sobre la mezcla básica de arroz y frijol. En trabajos recientes (13) ratas recién destetadas fueron alimentadas con dietas a base de arroz, frijol y mandioca suplementada con otras fuentes proteínicas entre las cuales está la caseína; en 28 días aumentaron entre 21 y 24 g. En nuestras observaciones sólo con dietas de arroz y frijol el aumento de peso fue del orden de 20 (dieta E) a 29 g (dieta A), lo que está en el mismo rango del trabajo citado. No obstante, la suplementación diaria con la mezcla de yuca y leche proporcionó un crecimiento significativamente mayor (de 58 a 104 g).

La suplementación con el alimento proteínico fue efectiva, y tanto mejor cuanto mayor la frecuencia, no habiendo diferencia cuando el suplemento fue de 2 g/día, ó 3 g/día, evaluado en base al total calórico ingerido, crecimiento, NPR o PER. Sin embargo, la UP fue mayor cuando la suplementación fue de 2 g/día en vez de 3 g/día, no habiendo diferencia en el total calórico ingerido.

En la Tabla 4 se observa que hubo menor crecimiento del grupo A₂ en relación al grupo A₁ con resultados inferiores para todos los parámetros ($P < 0.001$) menos para NPR, cuyas diferencias no fueron significativas. Estos datos sugieren que la mayor frecuencia de suplementación tiene efecto positivo a largo plazo (28 días) y no a corto plazo (10 días), ya que la prueba efectuada a los 10 días (NPR) no acusó diferencia. Asimismo, es de interés indicar que no hubo ningún efecto de los suplementos energéticos; sin embargo, a corto plazo (10 días), los suplementos energéticos mejoraron el aprovechamiento de la proteína, efecto que no se verificó a largo plazo.

En cuanto a la mezcla E (77:23), se observó mejor aprovechamiento proteínico con el suplemento de yuca:leche, valores que no fueron diferentes comparados con los de la dieta completa (E_2). Al comparar las mezclas A_9 y E_2 (ambas completas) y con un contenido de proporciones diferentes de arroz y frijol, los resultados muestran que a corto plazo (10 días), la primera es mejor. A largo plazo, sin embargo, la mezcla E da resultados mejores para el aprovechamiento de las calorías proteínicas, del NDpCal $\%$ y del IEC, pero igual para el aprovechamiento proteínico (PER, NPU, UP), lográndose un mayor crecimiento por la mayor ingestión total (1,843 Kcal para el grupo E_2 , en contraste con 1,663 para el grupo A_9). Los mejores resultados para las pruebas convencionales realizadas en estas dos mezclas (grupos A_9 a E_2) llevan, por lo tanto, a un saldo positivo para la mezcla E_2 . Estos datos concuerdan con los resultados de Souza (5), pero la tendencia de la mezcla de arroz:frijol (77:23) a ser mejor que la 55:45 resulta de la metodología convencional que, como señala Tagle (12), depende de las otras suplementaciones; sin otra suplementación (grupo A y E), el grupo E creció menos que el grupo A, a pesar de que los resultados no fueron diferentes estadísticamente. Además, ni A_9 o E_2 alcanzaron resultados comparables a los de caseína con el mismo tenor proteínico (cerca de 10 $\%$). Como lo revela la Tabla 8, la única diferencia encontrada entre los parámetros proteína total, albúmina y NE/E plasmática, apenas ocurrió para el grupo alimentado con la dieta apteica y no para los demás grupos que podríamos clasificar de desnutrición marginal. Ello sugiere que estos índices son sensibles a la falta de proteínas en cantidad y no a la mala nutrición por desequilibrio entre nutrientes.

Los grupos A y E tuvieron un crecimiento de cerca de 1/5 del correspondiente a los grupos suplementados con yuca/leche, así como a los grupos que recibieron los suplementos energéticos; sin embargo, las diferencias obtenidas con base en los varios parámetros usados no fueron percibidas por las pruebas bioquímicas en el plasma. Estos datos concuerdan con los de algunos autores que, a partir de varias investigaciones, concluyen que la relación NE/E es indicativa de inminencia de mala nutrición y no de la existencia de mala nutrición (14-17). En los casos estudiados se notó menor velocidad de crecimiento con menor eficiencia proteínica, pero no pérdida de peso ni casos graves de desnutrición.

A partir de esta investigación se llega a la conclusión de que la mezcla de arroz:frijol de 77:23 da mejores resultados que la de 55:45 por el método convencional, o sea suplementado con vitaminas, aceite y minerales, pero no alcanza los valores del mismo tenor

proteínico de la caseína. Según las pruebas realizadas de manera más operacional, sin agregar vitaminas, aceite o minerales, las dos mezclas no difirieron, salvo para el plazo de 28 días en que la mezcla E₂ fue mejor que la A₉. La suplementación de nutrientes calóricos (almidón, aceite, azúcar) no mejoró ni la utilización ni el crecimiento corporal total, pero la suplementación de yuca:leche fue eficiente, ya que 2 g/día ó 3 g/día fueron igualmente eficientes pero mejores que 2 g/dos veces por semana.

El impacto de la suplementación por SII y SIII sobre el NPR se podría explicar por la disminución de la concentración de proteína. El requerimiento de la rata en el rango de 10% hasta 20% de su peso máximo corporal, es de 1.8 a 3 g de proteína/día o de 36 a 60 Kcal/día (18), lo que fue alcanzado en nuestros datos para los grupos A₁, A₃, A₉, E₁, E₂, Cas₁₅, Cas₁₀ para el total energético ingerido y apenas por los grupos A₁, A₃, E₁, E₂, Cas₁₅ para el total proteínico ingerido. En otras palabras, el animal no ingirió espontáneamente una cantidad suficiente de estos nutrientes, pero sí cuando la dieta fue suplementada con yuca:leche, o con la mezcla de vitaminas y sales minerales.

Dentro del contexto del análisis de los resultados comentados, puede sugerirse que el factor principal responsable de la menor respuesta de los grupos alimentados sólo con arroz y frijol, sea la falta de algún otro nutriente y no sólo la presencia de un desbalance en la composición aminoacídica de la proteína.

Se recomienda, por lo tanto, que se continúen las investigaciones, tratando de establecer el valor biológico y el valor nutritivo de la dieta básica de dichas poblaciones. Esto debe hacerse con base no sólo en los componentes principales de la dieta (arroz, frijol y yuca), sino también de otros compuestos que las encuestas dietéticas hayan señalado como importantes.

BIBLIOGRAFIA

1. Lowenberg, M. E., E. N. Todhunter, E. D. Wilson, M. C. Feeney & J. R. Savage. En: **Los Alimentos y el Hombre**. Capítulo 7: Malnutrición y enfermedad. México, D.F., México, Editorial Limusa-Wiley, S.A., 1970.
2. Food and Agriculture Organization. **Food Balance Sheets, 1960-62**. Roma, FAO, 1966.
3. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense (ICNND). **Report Nutrition Survey in Northeast Brazil**. Washington, D.C., Department of Defense, 1965.

4. Dutra de Oliveira, J. E. & N. Souza. Acceptability and value of food legumes in the human diet. En: **Potentials of Field Beans and Other Food Legumes in Latin America**. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973. (Series Seminars).
5. Souza, N. **Estudo de Valor Nutritivo de Proteína de Misturas de Arroz e Feijão**. Tese de doutoramento. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Botucatu, Depto. de Medicina Preventiva, Social e Saúde Pública, Botucatu, Brasil, 1973.
6. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. Hart. Choline in the nutrition of chicks. **J. Biol. Chem.**, **138**: 459-466, 1941.
7. Manna, L. G. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. **J. Biol. Chem.**, **202**: 91-96, 1953.
8. Bressani, R., L. U. de Valle & L. G. Elías. Relación entre el nitrógeno retenido por ratas, determinado por análisis corporal de nitrógeno y por medio de balance nitrogenado. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **26**: 449-466, 1976.
9. Gornall, A. B., C. J. Bardwill & M. M. David. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction in adult rats. **J. Nutr.**, **94**: 419-426, 1968.
10. Beckman Model R. **Paper Electrophoresis Cell**. Instruction Manual, 1965.
11. Whitehead, R. G. & R. F. A. Dean. Serum amino acids in kwashiorkor. II. An abbreviated method of estimation and its application. **Am. J. Clin. Nutr.**, **14**: 320-330, 1964.
12. Tagle, M. A. Características de la calidad proteínica de dietas de poblaciones de bajos recursos económicos en América Latina. En: **Recursos Proteínicos en América Latina**. Moisés Béhar y Ricardo Bressani (Eds.), Memorias de una Conferencia de nivel latinoamericano celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ciudad de Guatemala, del 24 al 27 de febrero de 1970. Guatemala, C. A., Talleres Gráficos del INCAP, agosto de 1971, p. 78-109.
13. Humerez, D. C. & J. E. Dutra de Oliveira. Balanço nitrogenado em pessoas adultos e estudo experimental em ratos alimentados com arroz, feijão o farinha de mandioca suplementada com proteínas. **Arch. Latinoamer., Nutr.**, **17**: 529-541, 1977.
14. Waterlow, J. C. & G. A. O. Alleyne. Protein malnutrition in children. **Adv. Protein Chem.**, **25**: 117-241, 1971.
15. Grimble, R. F. & R. G. Whitehead. En: Alleyne, *et al.* **Protein-Energy Malnutrition**. Edward Arnold (Ed.). **Lancet**, **i**: 918-921, 1977.
16. Arroyave, G., F. Viteri, J. Alvarado & M. Béhar. Protein requirements of children two-three years of age. En: **VIII International Congress of Nutrition. Abstracts of Papers, Prague, August 28-September 5, 1969**,

- p. A-19-20.
17. Alleyne, G.A.O., R.W. Hay, D.I. Picon, J.P. Stanfield & R.G. Whitehead. **Protein-Energy Malnutrition**. Edward Arnold (Ed.). London, 1977, p. 155-156.
 18. National Academy of Sciences-National Research Council. **Nutrient Requirements of Domestic Animals**. Numer 10. **Nutrient Requirements of Laboratory Animals**. Second revised edition, 1972. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1972. Nutrient requirements of the laboratory rat. R. G. Warner and L. H. Brewer, Jr., p. 56-82.