

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE PROTEINA
ANIMAL Y ENERGIA EN LA CALIDAD PROTEINICA
DE DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL
EN HOMBRES ADULTOS¹**

*Emilio Vargas,² Ricardo Bressani,³ Delia A. Navarrete,⁴
J. Edgar Brabam,³ y Luiz G. Elías⁴*

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

RESUMEN

Se llevaron a cabo cuatro estudios de índice de balance de nitrógeno corto en sujetos adultos, con el objeto de evaluar la calidad biológica de una

Manuscrito modificado recibido: 8-7-83.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Tokio, Japón.
 - 2 Investigador Asociado del Programa de Entrenamiento Tutorial Avanzado del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y la Universidad de las Naciones Unidas (INCAP/UNU), con sede en el INCAP. En la actualidad el Dr. Vargas es investigador del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Apartado 4, Tres Ríos, Costa Rica, y Profesor Asociado de la Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.
 - 3 Jefe, y Jefe Adjunto de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, respectivamente.
 - 4 Científico de la citada División.
- Publicación INCAP/UNU-28.

mezcla a base de arroz y frijol y medir el efecto de la suplementación con proteína animal y/o energía en el valor nutritivo de esa mezcla.

En el primero de ellos, el arroz aportó 60% y el frijol 40% de la proteína de la dieta, la cual fue suministrada a un nivel energético de 45.9 Kcal/kg/día de energía metabolizable. Entre el nitrógeno ingerido y el balance de nitrógeno se encontró un coeficiente de regresión de 0.76 ± 0.11 y un valor de nitrógeno para mantenimiento de 96.2 ± 13.7 mg/kg/día.

Al administrar esta misma dieta en el segundo estudio a un nivel de 51.2 Kcal/kg/día de energía metabolizable, el coeficiente de regresión fue de 0.80 ± 0.13 y el nitrógeno para mantenimiento, de 90.1 ± 8.7 mg/kg/día, no siendo las diferencias significativas ($P < 0.05$) para ninguna de las dos medidas.

En el tercer estudio, 10% de la proteína de la mezcla fue sustituida por proteína de leche, y se suministró a un nivel de 45.2 Kcal/kg/día de energía metabolizable. En este caso, el coeficiente de regresión encontrado fue de 0.96 ± 0.08 , y el nitrógeno para mantenimiento de 78.6 ± 10.2 mg/kg/día, valores que sí difieren significativamente ($P < 0.05$) de los encontrados en los dos estudios previos.

Cuando la dieta del tercer estudio se suministró en el cuarto ensayo a los mismos individuos, a un nivel de 48.9 Kcal/kg/día de energía metabolizable, el coeficiente de regresión de la ecuación fue de 0.86 ± 0.17 , y el nitrógeno para mantenimiento, de 82.4 ± 10.2 mg/kg/día. Estos valores son estadísticamente iguales a los encontrados en el tercer estudio y difieren significativamente de los de los estudios 1 y 2. La información indica que el efecto de la suplementación con proteína y leche ocurre principalmente a nivel digestivo.

Se concluyó, por lo tanto, que cuando el arroz y el frijol se consumen en forma conjunta, en las proporciones adecuadas, constituyen un alimento de excelente calidad para humanos adultos.

INTRODUCCION

Básicamente, las poblaciones de los países llamados en desarrollo, dependen para su alimentación de las leguminosas, cereales y tubérculos. La adecuación de esas dietas ha sido estudiada especialmente a través de encuestas de consumo de alimentos y, en algunos casos, de evaluaciones en animales y humanos (1, 2). Sin embargo, los estudios llevados a cabo en humanos nativos de esos países, con el propósito de evaluar la calidad nutritiva de las dietas de consumo habitual son escasos, por lo que todavía existe gran controversia entre los expertos en nutrición en cuanto a la importancia relativa de las diferencias en el contenido de proteína y

energía de esas dietas (1, 3). Se ha sugerido que el problema proteínico-calórico de tales países podría resolverse simplemente aumentando las cantidades de alimentos en las dietas basadas en cereales y leguminosas (4). Otros investigadores han señalado que dichas dietas son demasiado voluminosas, por lo que las cantidades requeridas para satisfacer las necesidades de nutrientes del ser humano, especialmente de niños (1), resultarían ser excesivamente grandes.

Un ejemplo típico de una dieta compuesta de un cereal y una leguminosa, la constituye el sistema alimentario a base de arroz (*Oriza sativa*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) que es la base de la alimentación en muchos países del Tercer Mundo. Estudios llevados a cabo en animales (5), indican que la proteína de mezclas de arroz y frijol se utiliza mejor cuando se mantiene una relación proteínica arroz:frijol en las proporciones comprendidas en un rango de 90:10 hasta 40:60, con un valor proteínico promedio relativo a la caseína de 75%. Dos Santos *et al.* (6), estudiaron en niños preescolares, el efecto de tres niveles de energía sobre la calidad biológica de la proteína de una mezcla de arroz y frijol, en una relación proteínica de 1:1 y que proporcionaba 1.2 g de proteína por kg de peso, por día. La información recabada al respecto indica que esta dieta es apropiada para niños, cuando se consume a un nivel de 128 Kcal/kg de peso/día.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad biológica de una mezcla a base de arroz y frijol y medir el efecto que el suplementarla con proteína animal y energía, ejerce sobre su valor nutritivo para humanos adultos, nativos de un país en desarrollo.

MATERIALES Y METODOS

Fuentes de Proteína

Se utilizó como fuente de proteína arroz (*Oriza sativa*), frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) y leche de vaca descremada y deshidratada. Las características químicas de estos alimentos han sido notificadas previamente (5, 7). El arroz se preparó lavándolo inicialmente con dos litros de agua limpia por kg de arroz; luego se cocinó a presión ambiental por 30 minutos, utilizando 1.75 litros de agua y 35 g de sal común (NaCl) por kg de arroz. El frijol se preparó remojándolo durante 16 horas con agua en una proporción de agua:frijol de 3:1. Luego se eliminó el agua de remojo así como los

frijoles flotantes; se agregó agua fresca a los frijoles en la proporción de 3:1 y se sometieron a cocción en autoclave por 20 minutos a 15 psi y 121°C. Seguidamente se licuaron con el mismo caldo, y este material así como el arroz, se conservaron bajo congelación hasta el momento de su uso.

Los frijoles fueron servidos en las cantidades requeridas de acuerdo al diseño experimental, después de descongelarlos y calentarlos con 10 g de aceite vegetal y 10 g de cebolla por porción servida. El arroz fue igualmente descongelado y calentado al horno en vasijas de barro con 10 g de margarina por porción servida. Se tuvo especial cuidado en no sobrecalear ninguno de los materiales utilizados. La leche se disolvió en 100 a 150 ml de agua fría, según la cantidad de leche requerida, y fue servida con 10 g de azúcar por porción. Las comidas se prepararon utilizando recetas estandarizadas en la cocina experimental de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP. La constitución y características de las dietas experimentales, así como los suplementos vitamínico y mineral han sido informadas previamente (7).

Diseño Experimental

Se llevaron a cabo cuatro estudios utilizando en cada uno de ellos, como preparación base, una mezcla en la que el arroz aportaba 60% y el frijol 40% de la proteína de la dieta. El diseño experimental fue de tipo factorial de 2 x 2, ya notificado (7). Las diferencias en las dietas sometidas a ensayo en cuanto a su contenido de energía y proteína se resumen en la forma siguiente:

- Estudio 1: Mezcla de arroz:frijol 60:40 con 46 Kcal/kg/día de energía metabolizable.
- Estudio 2: Mezcla de arroz:frijol 60:40 con 51 Kcal/kg/día de energía metabolizable.
- Estudio 3: Mezcla de arroz:frijol 60:40 con 10% de sustitución por proteína de leche y 45 Kcal/kg/día de energía metabolizable.
- Estudio 4: Mezcla de arroz:frijol 60:40 con 10% de sustitución por proteína de leche y 49 Kcal/kg/día de energía metabolizable.

Sujetos Experimentales

En cada estudio se incluyeron 10 personas adultas cuyas características físicas se detallan en otra comunicación (7). Ocho de

los 10 individuos participaron en los cuatro estudios y durante los mismos, desarrollaron sus actividades normales. Tres de ellos efectuaban trabajos de laboratorio, uno laboraba como electricista, dos eran mensajeros y/o recepcionistas, y los cinco restantes realizaban tareas de limpieza.

Metodología de Evaluación

La técnica seguida para evaluar la calidad de cada una de las dietas fue la del índice de balance de nitrógeno corto (IBN), propuesto por Bressani *et al.* (8) y descrito anteriormente (7). Los análisis de nitrógeno total en orina, heces y alimento se realizaron por el método de macro Kjeldahl (9). No se midió el gasto energético individual, y la ingesta calórica por kg de peso fue constante para cada sujeto en cada estudio.

Con los resultados así obtenidos se calcularon ecuaciones de regresión lineales, individuales y totales. Se aplicó análisis de varianza y, en los casos en que las diferencias eran significativas, los promedios fueron separados utilizando la prueba de Duncan (10).

RESULTADOS

Los datos recabados de las pruebas de balances de nitrógeno en los cuatro estudios se presentan en las Tablas 1 a 4. Al incrementar la ingesta de nitrógeno de valores de cerca de 16 mg/kg/día, el balance de nitrógeno se hace menos negativo hasta alcanzar valores positivos con ingestas de 102.6 mg/kg/día. Sobresale el hecho de que en los Estudios 1 y 2, en los que las fuentes proteínicas eran el arroz y el frijol, los individuos con ingestas de nitrógeno de 102.6 mg/kg/día mantuvieron, en promedio, balances muy cercanos a cero (-3.7 y +2.3). En los Estudios 3 y 4, en los que se suplementó con leche, con ingestas de 104.5 mg/kg/día, 17 de los 20 sujetos estudiados mostraron balances positivos, arrojando un promedio de 11.6 y 9.8 mg/kg/día, respectivamente. Los balances de los Estudios 1 y 2 fueron iguales entre sí y significativamente menores ($P < 0.05$) que los balances de los Estudios 3 y 4, los cuales también fueron iguales entre sí.

En cuanto al nitrógeno fecal, se observa que éste permanece constante o disminuye ligeramente hasta el nivel de 0.2 g de proteína por kg, por día; a partir de este nivel el nitrógeno fecal aumenta al elevar la ingesta de nitrógeno. El nitrógeno urinario

TABLA 1

BALANCE DE NITROGENO EN HOMBRES JOVENES ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ Y FRIJOL CON DIFERENTES
NIVELES DE PROTEINA EN LA DIETA Y 46 Kcal/kg DE ENERGIA
METABOLIZABLE

(Estudio 1)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^b
0.10	MR		16.1	26.9	81.7	-97.5
	RA		16.7	18.7	47.7	-54.7
	LJ		17.2	25.0	51.2	-64.0
	FM		17.5	30.1	62.9	-80.5
	AG		17.5	31.8	57.9	-77.5
	CE		15.0	13.8	42.5	-46.3
	JL		15.9	12.4	50.9	-52.4
	GP		16.5	36.1	47.2	-71.8
	OB		16.8	27.7	67.4	-83.3
	RC		19.4	31.7	63.7	-81.0
	Promedio		16.9	25.3	57.3	-70.9
DE		1.2	8.4	11.8	16.2	
0.28	MR		42.7	29.1	55.6	-47.0
	RA		43.0	27.3	55.6	-44.9
	LJ		43.4	25.7	43.4	-30.7
	FM		43.5	31.0	52.5	-45.0
	AG		43.5	19.1	54.3	-34.9
	CE		43.6	27.5	41.0	-29.9
	JL		44.3	28.9	45.7	-35.3
	GP		44.9	29.3	44.0	-33.4
	OB		45.1	19.8	45.8	-34.2
	RC		47.3	26.6	48.6	-32.9
	Promedio		44.1	26.4	48.6	-36.7
DE		1.4	4.0	5.5	6.4	

Sigue

TABLA 1 (cont.)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^b
0.45	MR		70.7	58.1	52.5	-44.9
	RA		70.9	28.8	48.3	-11.2
	LJ		71.2	27.3	43.5	- 5.4
	FM		71.3	38.6	54.1	-26.4
	AG		71.3	42.5	47.3	-23.5
	CE		71.8	25.8	63.1	- 0.8
	JL		72.3	27.8	53.8	-14.3
	GP		72.7	34.4	53.8	-20.3
	OB		72.9	43.9	48.3	-24.3
	RC		74.3	40.5	67.9	-39.1
	Promedio		71.9	36.9	53.3	-20.8
DE		1.1	10.1	7.4	14.3	
0.64	MR	44.9	102.9	54.7	67.2	-24.0
	RA	44.8	103.9	36.3	66.9	- 4.3
	LJ	44.3	103.4	40.0	53.1	+ 5.3
	FM	43.5	103.5	50.0	60.2	-11.7
	AG	44.6	103.5	45.6	57.5	- 4.6
	CE	49.6	100.9	30.3	46.9	+18.7
	JL	47.7	101.2	42.0	61.3	- 7.1
	GP	45.2	101.4	48.6	58.2	-10.4
	OB	46.7	101.5	35.4	61.4	- 0.3
	RC	46.8	102.5	36.3	59.9	+ 1.3
	Promedio	45.9	102.5	41.9	59.3	- 3.7
DE	1.9	1.1	7.7	6.9	11.3	

^a El consumo de energía metabolizable se midió únicamente para el nivel de 0.64 g/kg/día de proteína (7).

^b Se asumen pérdidas insensibles de nitrógeno de 5 mg/kg/día.

TABLA 2

BALANCE DE NITROGENO EN HOMBRES JOVENES ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ Y FRIJOL CON DIFERENTES
NIVELES DE PROTEINA Y 51 Kcal/kg DE ENERGIA
METABOLIZABLE

(Estudio 2)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^b
11 ^a	MR ^b		16.1	35.0	67.3	-91.2
	RA		16.6	24.2	46.4	-59.0
	LJ		17.0	32.3	51.6	-72.8
	FM		17.3	21.9	59.1	-68.7
	AG		17.3	27.3	43.4	-58.4
	CE		15.6	29.6	52.7	-71.7
	JL ^c		—	—	—	—
	GP		17.1	29.1	59.1	-76.1
	OB		17.5	21.7	55.8	-65.0
	RC		20.1	24.2	62.5	-71.0
	Promedio		17.3	26.3	53.8	-67.8
DE		1.3	3.9	5.6	6.5	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
0.28	MR ^b		44.5	35.1	71.9	-67.5
	RA		44.9	26.4	43.5	-30.0
	LJ		45.2	23.6	47.6	-23.0
	FM		45.4	21.5	49.1	-30.2
	AG		45.4	31.0	39.9	-30.5
	CE		42.2	20.5	44.3	-27.6
	JL ^c		—	—	—	—
	GP		43.2	32.6	47.5	-41.9
	OB		43.5	23.4	48.2	-33.1
	RC		45.3	28.6	44.6	-34.9
	Promedio		44.4	26.0	45.6	-31.4
DE		1.2	4.4	3.1	5.5	

Sigue

TABLA 2 (cont.)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^b
0.45	MR ^b		72.5	68.7	73.3	-74.5
	RA		72.8	33.6	43.0	- 8.8
	LJ		73.0	32.5	49.2	-13.7
	FM		73.1	38.4	50.1	-20.4
	AG		73.1	34.1	47.6	-13.6
	CE		70.5	24.4	45.0	- 3.9
	JL ^c		-	-	-	-
	GP		71.1	36.2	48.5	-18.6
	OB		71.2	33.1	42.7	- 9.6
	RC		72.4	33.4	54.9	-20.9
	Promedio		72.2	33.2	47.6	-13.7
	DE		1.1	4.1	4.1	6.1
	<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>					
0.64	MR ^b	52.5	101.3	45.7	76.3	-25.7
	RA	54.5	101.5	50.3	50.6	- 4.5
	LJ	51.2	101.6	33.9	59.0	3.7
	FM	50.7	101.7	46.1	65.5	-14.9
	AG	52.8	101.7	48.2	49.9	- 2.6
	CE	50.4	102.6	34.9	50.5	12.2
	JL ^c	-	-	-	-	-
	GP	50.0	103.3	37.7	52.1	8.5
	OB	50.1	103.4	38.6	52.5	7.3
	RC	50.0	104.6	36.7	54.3	8.6
	Promedio	51.2	102.6	40.8	54.3	2.3
	DE	1.6	1.1	6.4	5.4	9.0

a Véase nota al pie de página 51 (Tabla 1).

b Los datos del sujeto MR no se incluyeron en el análisis ni en los promedios, por considerar que tuvo un comportamiento anormal.

c Por razones personales, este sujeto salió del estudio.

TABLA 3

**BALANCE DE NITROGENO EN HOMBRES JOVENES ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ, FRIJOLES Y LECHE CON
DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA Y 45 Kcal/kg DE ENERGIA
METABOLIZABLE**

(Estudio 3)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^a
0.09 ^a	GP		15.1	35.9	56.9	-82.7
	OB		15.2	23.3	60.1	-73.2
	FM		15.5	26.7	83.6	-99.8
	LJ		15.5	35.2	47.6	-72.3
	VR		16.9	21.6	54.9	-64.6
	CE		12.4	22.1	49.9	-64.6
	OV		13.9	24.0	67.0	-82.1
	RA		13.9	23.0	52.4	-66.6
	AG		13.9	19.8	53.1	-64.0
	RC		16.3	23.7	57.2	-69.6
	Promedio		14.9	25.5	58.3	-74.0
DE		1.3	5.6	10.4	11.4	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
0.30	GP		52.5	28.0	41.6	-22.1
	OB		52.8	23.9	41.1	-17.2
	FM		53.1	20.5	60.4	-32.7
	LJ		53.2	27.1	36.8	-15.7
	VR		55.0	13.6	49.4	-13.0
	CE		40.8	14.8	44.8	-23.9
	OV		41.8	24.4	47.4	-34.9
	RA		41.9	23.3	39.9	-26.0
	AG		41.9	26.7	47.4	-37.2
	RC		43.6	21.6	47.6	-30.6
	Promedio		47.7	22.4	45.6	-25.3
DE		6.0	4.9	6.6	8.4	

Sigue

TABLA 3 (cont.)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^a
0.45	GP		72.6	35.5	39.0	- 6.9
	OB		72.7	33.0	33.0	1.7
	FM		72.9	34.8	61.3	-28.2
	LJ		72.9	23.5	44.7	- 0.3
	VR		73.9	20.1	42.9	5.8
	CE		71.2	18.8	44.3	3.1
	OV		72.0	16.5	37.1	13.4
	RA		72.0	28.1	33.3	5.6
	AG		72.1	34.5	37.4	- 4.8
	RC		73.4	36.1	49.1	-16.8
	Promedio		72.6	28.1	42.2	- 2.7
DE		0.8	7.7	8.5	12.2	
<hr/>						
0.65	GP	43.4	106.8	49.0	37.5	15.3
	OB	45.7	106.9	33.0	52.2	16.7
	FM	44.8	107.1	39.3	75.5	-12.7
	LJ	45.4	107.1	36.1	43.2	22.8
	VR	46.2	108.1	24.2	53.5	25.1
	CE	46.0	101.1	29.1	47.3	19.3
	OV	44.7	101.7	47.6	60.1	-11.1
	RA	45.6	101.7	31.4	51.9	13.4
	AG	45.7	101.7	40.2	53.9	3.1
	RC	44.8	102.7	32.3	40.7	24.7
	Promedio	45.2	104.5	36.2	51.5	11.7
DE	0.8	2.9	7.9	10.8	14.0	

^a Véase Tabla 1.

TABLA 4

**BALANCE DE NITROGENO EN HOMBRES JOVENES ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ, FRIJOL Y LECHE CON
DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA Y 49 Kcal/kg DE ENERGIA
METABOLIZABLE**

(Estudio 4)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg/día) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)				
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^a	
0.09	GP		13.5	15.8	44.1	-51.4	
	OB		13.7	35.0	50.8	-77.1	
	FM		13.9	22.9	61.0	-75.0	
	LJ		13.9	23.3	57.0	-71.0	
	VR		15.2	23.8	42.2	-55.8	
	CE		13.8	15.9	51.0	-58.1	
	OV		15.5	22.1	62.0	-73.5	
	RA		15.5	20.9	78.4	-88.8	
	AG		15.6	21.3	53.1	-63.8	
	RC		18.1	23.1	68.4	-78.4	
	Promedio			14.9	22.4	56.8	-69.3
	DE			1.4	5.3	11.1	11.7
0.30	GP		41.6	31.0	43.1	-37.5	
	OB		41.7	33.3	38.5	-35.0	
	FM		41.9	30.0	40.3	-33.4	
	LJ		41.9	20.8	37.6	-21.6	
	VR		42.8	13.3	48.3	-23.8	
	CE		50.8	12.9	39.1	- 6.2	
	OV		53.1	20.0	33.7	- 5.6	
	RA		53.1	29.1	43.7	-24.7	
	AG		53.2	22.3	47.6	-21.7	
	RC		56.7	26.6	43.8	-18.7	
	Promedio			47.7	23.9	41.6	-22.8
	DE			6.2	7.2	4.6	10.9

Sigue

TABLA 4 (cont.)

Proteína (g/kg/día)	Sujeto	Ingesta de energía meta- bolizable (Kcal/kg/día) ^a	Balance de nitrógeno (mg/kg)			
			Ingerido	Fecal	Urinario	Balance ^a
0.45	GP		71.8	62.4	37.6	-33.2
	OB		71.9	27.9	38.9	- 0.1
	FM		72.0	36.3	48.5	-17.8
	LJ		72.1	29.3	42.7	- 4.9
	VR		72.8	43.1	38.7	-14.0
	CE		71.9	32.0	42.6	- 7.7
	OV		72.9	28.1	43.2	- 3.4
	RA		72.9	27.7	41.0	- 0.8
	AG		72.9	33.0	47.4	-12.5
	RC		74.4	30.3	43.6	- 4.5
	Promedio		72.0	35.0	42.4	- 9.9
	DE		0.8	10.7	3.6	10.0
0.65	GP	52.4	101.5	47.6	47.1	1.8
	OB	50.5	101.5	40.2	47.4	8.9
	FM	50.2	101.6	36.3	58.3	2.0
	LJ	51.6	101.6	29.8	54.2	12.6
	VR	50.2	102.1	46.9	45.7	4.5
	CE	48.4	105.9	14.3	42.5	44.1
	OV	45.0	107.1	50.3	59.2	- 7.4
	RA	46.4	107.1	35.8	63.0	3.3
	AG	47.0	107.1	34.0	53.8	14.3
	RC	47.2	109.0	33.6	56.0	14.4
	Promedio	48.9	104.4	36.9	52.7	9.8
	DE	2.4	3.0	10.5	6.7	13.8

^a Véase Tabla 1.

disminuyó al aumentar la ingesta de nitrógeno, del valor más bajo a los valores intermedios de ingesta, para luego alcanzar en el nivel de ingesta superior (102-104 mg/kg/día), valores de excreción de nitrógeno urinario semejantes a los encontrados en el grupo de menor ingesta (16 mg/kg/día).

Las ecuaciones individuales entre el balance de nitrógeno aparente (sin corregir por pérdidas insensibles) y la ingesta de nitrógeno se exponen en las Tablas 5 y 6. La información indica que tanto el coeficiente de regresión (pendiente) como el nitrógeno requerido para balance cero (mantenimiento) mejoran, mostrando que la mejor calidad proteínica se encuentra en las dietas en las que la mezcla de arroz y frijol se sirvió con una pequeña cantidad de leche (Estudios 3 y 4). Los coeficientes de regresión determinados, calculándolos como el promedio de cada ecuación individual, fueron de 0.76 ± 0.11 , 0.80 ± 0.13 , 0.96 ± 0.08 y 0.86 ± 0.17 . Por otra parte, el nitrógeno para mantenimiento, calculado de la misma manera, fue de 96.2 ± 13.7 , 90.1 ± 8.7 , 78.6 ± 10.2 y 82.4 ± 10.2 mg/kg/día para los Estudios 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

En la Tabla 7 se muestran las ecuaciones totales entre el balance de nitrógeno aparente y el nitrógeno ingerido o absorbido. Tal como se indica, la calidad nutritiva de la proteína presente en las mezclas de arroz y frijol suplementadas con leche (Estudios 3 y 4), es significativamente superior a la de la proteína de las mezclas no suplementadas con leche. Asimismo, la información sugiere que cuando se hace la corrección por digestibilidad de la proteína en las mezclas suplementadas o no con leche, las cuatro mezclas incluidas en nuestro estudio son estadísticamente iguales entre sí, desde el punto de vista de calidad nutritiva de la proteína, medida en términos del coeficiente de regresión (b) y el nitrógeno necesario para mantenimiento. También se observa que la calidad biológica de la proteína presente en las mezclas de arroz y frijol suplementadas con leche, es semejante a la de la leche íntegra de vaca ($P < 0.05$). Los resultados muestran asimismo que, en este tipo de dietas, una densidad calórica mayor de 45 Kcal/kg/día, no tiene ningún efecto positivo sobre la utilización del nitrógeno.

DISCUSION

Los hallazgos sugieren que la adición de pequeñas cantidades de proteína de origen animal a una dieta estrictamente de origen vegetal, mejora la utilización del nitrógeno de la dieta total, tal

TABLA 5
RESUMEN DEL NITROGENO PARA MANTENIMIENTO Y ECUACIONES RELACIONANDO EL BALANCE
DE NITROGENO APARENTE CON LA INGESTA DE NITROGENO
 (Expresado en mg/kg/día)

Datos individuales para balance aparente							
Sujeto	Estudio 1			Sujeto	Estudio 2		
	Ecuación de regresión ^a	Mantenimiento ^b	r		Ecuación de regresión ^a	Mantenimiento ^b	r
MR	$Y = -92.7 + 0.76 X$	121.5	0.91	MR ^c	—	—	—
RA	$Y = -60.6 + 0.63 X$	96.9	0.95	RA	$Y = -59.1 + 0.65 X$	90.5	0.95
LJ	$Y = -65.9 + 0.81 X$	81.8	0.96	LJ	$Y = -71.6 + 0.85 X$	84.5	0.94
FM	$Y = -81.8 + 0.78 X$	105.1	0.97	FM	$Y = -64.7 + 0.61 X$	106.3	0.97
AG	$Y = -76.8 + 0.79 X$	96.9	0.95	AG	$Y = -60.7 + 0.67 X$	90.8	0.98
CE	$Y = -54.8 + 0.79 X$	69.5	0.99	CE	$Y = -72.1 + 0.94 X$	76.8	0.96
JL ^d	$Y = -54.5 + 0.55 X$	98.8	0.98	JL ^d	$Y = -73.2 + 0.79 X$	94.8	0.97
GP	$Y = -70.1 + 0.70 X$	100.4	0.95	GP	$Y = -83.5 + 0.96 X$	86.8	0.99
OB	$Y = -84.8 + 0.92 X$	92.3	0.96	OB	$Y = -69.3 + 0.83 X$	83.0	0.98
RC	$Y = -86.1 + 0.87 X$	98.6	0.92	RC	$Y = -78.4 + 0.90 X$	97.6	0.98
Promedio	$Y = -72.8 + 0.76 X$	96.2		Promedio	$Y = -70.3 + 0.80 X$	90.1	
DE	$9.0 + 0.11$	13.7		DE	$7.9 + 0.13$	8.7	

a Y = Balance de nitrógeno (mg/kg), X = Ingesta de nitrógeno (mg/kg).

b Mantenimiento: Ingesta de nitrógeno para balance de nitrógeno cero (mg/kg).

c Véase nota al pie de la Tabla 2.

d Valores estimados.

TABLA 6

RESUMEN DEL NITROGENO PARA MANTENIMIENTO Y ECUACIONES RELACIONANDO EL BALANCE DE NITROGENO APARENTE CON LA INGESTA DE NITROGENO (Expresado en mg/kg/día)

Datos individuales para balance aparente							
Sujeto	Estudio 3			Sujeto	Estudio 4		
	Ecuación de regresión ^a	Mantenimiento ^b	r		Ecuación de regresión ^a	Mantenimiento ^b	r
CP	Y = -84.6 + 1.06 X	79.8	0.97	GP	Y = -56.9 + 0.56 X	102.6	0.94
OB	Y = -74.0 + 0.99 X	75.1	0.96	OB	Y = -77.7 + 1.00 X	78.1	0.96
FM	Y = -96.0 + 0.93 X	103.5	0.92	FM	Y = -74.1 + 0.84 X	88.4	0.97
LJ	Y = -75.6 + 1.03 X	73.2	0.97	LJ	Y = -68.3 + 0.91 X	75.2	0.95
VR	Y = -69.5 + 0.99 X	70.2	0.97	VR	Y = -55.3 + 0.65 X	84.7	0.98
CE	Y = -64.5 + 0.94 X	68.5	0.98	CE	Y = -65.6 + 1.05 X	62.5	0.96
OV	Y = -74.4 + 0.88 X	84.1	0.82	OV	Y = -61.5 + 0.71 X	86.4	0.81
RA	Y = -66.3 + 0.92 X	71.9	0.96	RA	Y = -86.5 + 1.03 X	84.3	0.97
AG	Y = -66.4 + 0.80 X	83.5	0.97	AG	Y = -68.1 + 0.84 X	81.2	0.98
RC	Y = -78.5 + 1.02 X	76.6	0.98	RC	Y = -82.7 + 1.02 X	81.0	0.98
Promedio	Y = -75.0 + 0.96 X	78.6		Promedio	Y = -69.7 + 0.86 X	82.4	
DE	9.6 + 0.08	10.2		DE	10.5 + 0.17	10.2	

a Y = Balance de nitrógeno (mg/kg), X = Ingesta de nitrógeno (mg/kg).

b Mantenimiento: Ingesta de nitrógeno para balance de nitrógeno cero (mg/kg).

TABLA 7

RESUMEN DE LAS ECUACIONES DE REGRESION TOTAL
ENTRE EL BALANCE DE NITROGENO APARENTE
Y EL NITROGENO INGERIDO O ABSORBIDO
(Expresado en mg/kg/día)

Estudio	BN = a + b (Ni)		Mantenimiento	r
	a	b		
1	-71.57	0.75 ^x	95.57 ^y	0.87
2	-73.29	0.79 ^x	92.89 ^y	0.86
3	-74.59	0.95 ^y	78.36 ^x	0.92
4	-69.54	0.86 ^y	80.85 ^x	0.91
Leche íntegra*	-78.80	0.91 ^y	86.59 ^x	0.84

BN = a + b (Na)				
1	-54.11	0.99	54.46	0.95
2	-53.25	1.02	52.14	0.95
3	-52.63	1.10	47.80	0.95
4	-49.60	1.04	47.66	0.95
Leche íntegra*	-54.59	0.91	60.00	0.93

* Bressani *et al.* (11).

x, y = Los promedios en una columna con distintas letras son significativamente diferentes para ecuaciones con nitrógeno ingerido ($P < 0.05$).

BN = Balance de nitrógeno.

a = Intercepto en balance de nitrógeno.

b = Pendiente.

Ni = Nitrógeno ingerido.

Na = Nitrógeno absorbido.

como lo han señalado otros investigadores, tanto en humanos (12) como en animales (13). Tal como se indicó anteriormente (7) y según parecen sugerir los resultados del presente estudio (Tabla 7), el efecto de la proteína animal es mayor a nivel digestivo. En el IBN, cuando la regresión se calcula con nitrógeno ingerido (Ni), la pendiente se interpreta como una medida del NPU de la dieta (nitrógeno ingerido que es retenido). Como se indica en la misma Tabla 7, la sustitución de 10% de la proteína del arroz y del frijol por proteína de leche, produjo un aumento significativo ($P < 0.05$) en la calidad biológica de la proteína de la mezcla a cualquier nivel de calorías. Sin embargo, al calcular el IBN con nitrógeno absorbido, que es una medida del valor biológico (nitrógeno absorbido, retenido) de la proteína de la dieta, se observó que no existe diferencia significativa entre las dietas sometidas a estudio ni entre éstas y una dieta cuya fuente de proteína es leche íntegra (11). Esto indica que al corregirse la ingesta de proteína por la digestibilidad, la calidad de la proteína absorbida de dietas a base de arroz y frijol suplementados o no con proteína animal (leche) o energía (aceite), permanece constante, lo cual confirma que el efecto positivo de la suplementación con leche ocurre fundamentalmente a nivel digestivo.

El efecto de la suplementación calórica en el ahorro de proteína y en la eficiencia de utilización de ésta en humanos es un tema controversial. Garza, Scrimshaw y Young (14), informan que en individuos adultos caucásicos alimentados con 0.57 g/Kcal de peso de proteína de huevo, y energía entre 43 y 53 Kcal/kg/día, el NPU de la dieta cambia de 2.0 a 4.5 unidades por cada Kcal/kg de aumento de consumo energético. Esto equivale a una mejora de 2 a 4 mg de nitrógeno retenido por cada Kcal/kg consumida. Inoue *et al.* (16) empleando dietas a base de huevo informan incrementos de 1 mg de nitrógeno retenido por cada caloría/kg en el rango de 40 a 50 Kcal/kg/día. Por su parte Torún y Viteri (17), en su estudio en niños preescolares alimentados con una dieta a base de frijol y maíz a un nivel de ingesta proteínica de 1.73 g/kg/día, encontraron retenciones de nitrógeno de 63.7, 58.0 y 64.9 mg/kg/día, con ingestas de energía bruta de 99, 91 y 81 Kcal/kg/día. Los valores no difieren significativamente ($P < 0.05$). Asimismo, Dos Santos *et al.* (6) tampoco encontraron efecto significativo en la retención de nitrógeno, en niños alimentados con una dieta a base de arroz y frijol a un nivel proteínico de 1.2 g/kg/día e ingestas de energía de 74.1, 128.3 y 156.0 Kcal/kg/día.

En el presente estudio se encontró que la suplementación

calórica no tiene efecto significativo sobre la utilización del nitrógeno por parte de los individuos incluidos en la investigación. Este hallazgo podría explicarse, en primer lugar, porque los sujetos satisficieron sus requerimientos calóricos con dietas de menor densidad energética (45.9 y 45.2 Kcal/kg/día), lo que significa que una mayor densidad energética tendría poco efecto en este sentido. En segundo lugar, se ha informado que cuando la ingesta de proteína es limitada, los cambios en la ingesta calórica tienen poca influencia en el balance de nitrógeno (18); sin embargo, no se han definido con claridad los valores críticos de ingesta de proteína cuando este fenómeno ocurre. Inoue, Fujita y Niiyama (19) citan como valor crítico, ingestas de proteína de 0.25 g/kg/día, en el caso de proteínas de buena calidad. Se considera conveniente emprender nuevos estudios al respecto, con el propósito de encontrar el nivel óptimo de energía y proteína que sería necesario ingerir cuando un individuo (adulto o niño) es alimentado con dietas a base de arroz y frijol.

En las Tablas 5 y 6 se dan a conocer los valores de nitrógeno para mantenimiento de los sujetos incluidos en cada uno de los ensayos, estimados mediante el método de respuesta individual propuesto por Rand, Scrimshaw y Young (20). Dichos valores equivalen a 0.60, 0.56, 0.49 y 0.52 g de proteína cruda por kg de peso corporal/día, para los Estudios 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Si a estos valores se les suma 30% para cubrir la variación individual, tal como lo propuso FAO/OMS (21), las recomendaciones de ingesta proteínica para cada una de las dietas sometidas a estudio, en su orden, serían de 0.78, 0.73, 0.64 y 0.67 g de proteína/kg/día, lo que equivaldría a cantidades por arriba de 37, 28, 12 y 18%, respectivamente, a las recomendaciones de ingesta de proteína establecidas por FAO/OMS (21).

En estudios con dietas vegetales mixtas del área latinoamericana, se ha encontrado necesidades proteínicas superiores a las señaladas en el presente caso (2, 22). Fajardo *et al.* (2), por ejemplo, en su estudio de una dieta colombiana de origen vegetal, utilizando el índice de balance de nitrógeno convencional, informan 0.80 g de proteína/kg/día, como la cantidad requerida para el mantenimiento de hombres adultos. Bourges y López-Castro (22) al someter a investigación una dieta rural mexicana, utilizando la misma técnica que Fajardo *et al.* (2), señalan un valor de 0.70 g de proteína/kg/día, como las necesidades de mantenimiento para el mismo tipo de individuos. La aparente baja necesidad de proteína, informada en este trabajo en relación a estudios con dietas

similares, podría explicarse por la calidad biológica de la dieta o por el tipo de metodología utilizada. En el primer caso, tal como se indica en la Tabla 7 y según se señaló antes (5), la mezcla arroz y frijol en la proporción utilizada en nuestro estudio, tiene un valor proteínico equivalente a 80 a 90% con respecto a la leche, y mejora hasta un 100% cuando la dieta se suplementa con pequeñas cantidades de proteína animal. En relación a la metodología, Bressani *et al.* (23), en siete estudios llevados a cabo en adultos y niños aplicando las dos metodologías citadas, indican que, en forma consistente, el IBN corto arroja mayores valores tanto para el coeficiente de regresión (b) como para el valor del intercepto (a) para ingesta de nitrógeno cero, de manera que al calcular el nitrógeno para equilibrio ($\frac{a}{b}$), los valores en promedio son semejantes a los encontrados mediante el IBN convencional. Así pues, al parecer, la información sugiere que cuando el arroz y el frijol son consumidos en forma conjunta en las proporciones adecuadas, dicha mezcla constituye un alimento de excelente calidad para humanos adultos, especialmente si a él se acompañan pequeñas cantidades de proteína de origen animal.

SUMMARY

EFFECT OF ANIMAL PROTEIN AND ENERGY SUPPLEMENTATION ON THE PROTEIN QUALITY OF DIETS BASED ON RICE AND BEANS, IN ADULT SUBJECTS

Four short nitrogen balance index studies were carried out in adult subjects to evaluate the biological quality of a mixture based on rice and beans, and also to measure the effect of animal protein and/or energy supplementation on the nutritive value of the mixture.

In the first study, rice supplied 60% and beans, 40% of the protein's diet, which was administered at an energy level of 45.5 kcal/kg/day of metabolizable energy. A regression coefficient of 0.76 ± 0.11 was found between ingested nitrogen and nitrogen balance, and a value for nitrogen maintenance of 96.2 ± 13.7 mg/kg/day.

When this same diet was administered in the second study at a 51.2 kcal/kg/day of metabolizable energy, the regression coefficient was 0.80 ± 0.13 , and that of nitrogen for maintenance, 90.1 ± 8.7 mg/kg/day, without differences being significant ($P < 0.05$) for any of the two measures.

In the third study, 10% of the mixture's protein was substituted by milk protein, and given at a level of 45.2 kcal/kg/day of metabolizable

energy. In this case, the regression coefficient found was 0.96 ± 0.08 , and that of nitrogen for maintenance, 78.6 ± 10.2 mg/kg/day. These values do differ significantly ($P < 0.05$) from those found in the two previous studies.

When the diet of the third study was administered to the same subjects at a level of 48.9 kcal/kg/day of metabolizable energy, the regression coefficient of the equation was 0.86 ± 0.17 , and that for maintenance nitrogen, 82.4 ± 10.2 mg/kg/day. These values are statistically equal to those found in the third study and do differ significantly from those of the first two studies. Information indicates that the supplementary effect of protein and milk occurs mainly at the digestive level.

It is therefore concluded that when rice and beans are consumed jointly, in the adequate proportions, they constitute an excellent-quality food for adult humans.

BIBLIOGRAFIA

1. Murillo, B., M. T. Cabezas & R. Bressani. Influencia de la densidad calórica sobre la utilización de la proteína en dietas elaboradas a base de maíz y frijol. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **24**: 223-241, 1974.
2. Fajardo, L. F., O. Bolaños, G. Acciari, F. Victoria, J. Restrepo, A. B. Ramírez & L. M. Angel. Protein requirements for young Colombian adults consuming local diets containing primarily animal or vegetable protein. In: **Protein Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 54-62. (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5. WHTR-4 UNUP-295).
3. Sukhatme, P. V. & S. Margen. Models for protein deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 1237-1256, 1978.
4. Martorell, R., V. Valverde, V. Mejía-Pivaral, R. E. Klein, L. G. Elías & R. Bressani. Protein-energy intakes in a malnourished population after increasing the supply of dietary staples. *Ecol. Food Nutr.*, **8**: 163-168, 1979.
5. Vargas, E., R. Bressani, L. G. Elías & J. E. Braham. Complementación y suplementación de mezclas vegetales a base de arroz y frijol. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **32**: 579-600, 1982.
6. Dos Santos, J. E., J. M. Howe, F. A. Moura & J. E. Dutra. Relationship between the nutritional efficacy of a rice and bean diet and energy intake in preschool children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**: 1541-1544, 1979.
7. Vargas, E., R. Bressani, D. A. Navarrete, J. E. Braham & L. G. Elías. Digestibilidad de proteína y energía de dietas a base de arroz y frijol en humanos adultos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **34**: 109-128, 1984.

8. Bressani, R., D. A. Navarrete, L. G. Elías & J. E. Braham. A critical summary of a short-term nitrogen balance index to measure protein quality in adult human subjects. En: **Soy Protein and Human Nutrition**. H. L. Wilcke (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1979, p. 313-323.
9. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of the AOAC**, 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
10. Snedecor, G. W., & W. G. Cochran. **Métodos Estadísticos**. México D. F., México, Compañía Editorial Continental, S. A., 1978, 703 p.
11. Bressani, R., D. A. Navarrete, V. A. L. de Daqui, L. G. Elías, J. Olivares & P. Lachance. Protein quality of spray-dried milk and of casein in young adult humans using a short-term nitrogen balance index assay. **J. Food Sci.**, 44: 1136-1149, 1979.
12. Carvalho, D., & J. E. Dutra. Balance nitrogenado em pessoas adultas e estudo experimental em ratos alimentados com arroz, feijão e farinha de mandioca suplementada com proteínas. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 27: 529-541, 1977.
13. de Angelis, R. C., L. G. Elías & R. Bressani. Mezclas de arroz y frijol (54:45 y 77:23). I. Valor nutricional de las proteínas de las mezclas. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 32: 47-63, 1982.
14. Garza, C., N.S. Scrimshaw & V.R. Young. Human protein requirements. The effects of variations in energy intake within the maintenance range. **Am. J. Clin. Nutr.**, 29: 280-287, 1976.
15. **Protein Energy Requirements under Conditions Prevailing in Developing Countries: Current Knowledge and Research Needs**. Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1979, 73 p. (Food and Nutrition Bulletin Supplement. WHTR-1/UNUP-18).
16. Inoue, G., K. Kishi, Y. Fujita, Sh. Yamamoto & Y. Yoshimura. Interrelationships between effects of protein and energy intakes on nitrogen utilization in adult ment. In: **Protein-Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V.R. Young and W.M. Rand (Eds.), Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 247-258. (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5. WHTR-4/UNUP-295).
17. Torún, B. & F. E. Viteri. Energy requirements of pre-school children and effects of varying energy intakes on protein metabolism. In: **Protein-Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 229-241 (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5. WHTR-4/UNUP-295).
18. Munro, H. N. & D. S. Naismith. The influence of energy intake on protein metabolism. **Biochemistry**, 54: 191-197, 1953.
19. Inoue, G., Y. Fujita & Y. Niiyama. Studies on protein requirements of

- young men fed egg protein and rice protein with excess and maintenance energy intake. *J. Nutr.*, **103**: 1673-1687, 1973.
20. Rand, W. M., N. S. Scrimshaw & V. R. Young. Determination of protein allowances in human adults from nitrogen balance data. *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**: 1129-1134, 1977.
 21. Protein and energy requirements. A joint FAO/WHO memorandum. *Bull. Wld Health Org.*, **57**: 65, 1979.
 22. Bourges, H. R. & L. M. López-Castro. Protein requirements of young male adults with a rural Mexican diet. En: **Protein Energy Requirements of Developing Countries: Evaluation of New Data**. B. Torún, V. R. Young and W. M. Rand (Eds.). Tokyo, Japan, United Nations University Press, 1981, p. 71-76 (Food and Nutrition Bulletin Supplement 5 WHTR-4/UNUP-295).
 23. Bressani, R., B. Torún, L. G. Elías, D. A. Navarrete & E. Vargas. A short-term procedure to evaluate protein quality in young and adult human subjects. En: **Protein Quality in Humans: Assessment and *in vitro* Estimation**. Proceedings of a Conference held at Airlie House, Warrenton, VA., U.S.A. 1980. Westport, Conn., The Avi Publishing Company, 1981.