

DIGESTIBILIDAD, VALOR PROTEINICO Y NECESIDADES DE PROTEINA DE DIETAS A BASE DE PLATANO/FRIJOL Y DE YUCA/FRIJOL EN JOVENES ADULTOS¹

Delia A. Navarrete², Olivia Marcela Gutiérrez³ y Ricardo Bressani⁴

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

RESUMEN

Se informa sobre las cantidades necesarias de nitrógeno ingerido para lograr un equilibrio nitrogenado en individuos jóvenes alimentados, en un estudio, con una dieta a base de yuca y frijol y, en otro, con plátano y frijol. En cada experimento se emplearon 10 sujetos, quienes recibieron niveles de 0, 0.2, 0.4 y 0.6 g de proteína/kg de peso/día, a un nivel constante de energía (45 Kcal/kg/día), usando el método de balance nitrogenado corto de ingestas múltiples de proteína. Se comprobó que aun con ingestiones de 105.7 y 117.4 mg N/kg/día en el estudio con yuca/frijol y plátano/frijol, los sujetos no llegaron a obtener un balance positivo. La digestibilidad de la proteína de las dietas fue baja, como ya se había informado en el caso de solo frijol, siendo de 55.7% en el estudio de yuca/frijol y de 50.4% en el caso de plátano/frijol. Con respecto a las cantidades promedio de ingestión de nitrógeno para llegar a un equilibrio nitrogenado, en todos los individuos se encontró que en el caso de la dieta de yuca/frijol, esta cantidad era de 114.3 mg N/kg/día, y en el de la elaborada con plátano/frijol, de 111.9 mg N de frijol/kg/día. En ambos estudios se encontró gran

Manuscrito modificado recibido: 27-8-84.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos provenientes de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y de la Subvención No. PN-311 del International Development Research Centre, Ottawa, Canadá.
- 2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).
- 3 Estudiante del Curso de Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias y Tecnología de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP.
- 4 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E-1145.

Este trabajo no refleja necesariamente la política del INCAP.

variabilidad interindividual en la extrapolación del N a ingerir para lograr equilibrio nitrogenado.

En cuatro de cinco individuos que participaron en los dos estudios, la ingestión de nitrógeno requerido para estar en equilibrio nitrogenado fue mayor con la dieta de plátano/frijol que con la de yuca/frijol. Estos datos refuerzan el concepto de que el requerimiento de proteína no es un dato simple, siendo necesario agregar dos desviaciones al dato promedio a fin de cubrir al 97.50/o de la población.

El promedio en la ecuación lineal más dos desviaciones estándar para el total de individuos en las dos dietas, da una cifra de 173.4 mg N/kg/día.

La información obtenida sustenta, pues, la necesidad de incrementar la digestibilidad y la calidad de la proteína del frijol, ya que éste es un alimento de primordial importancia para grandes sectores de población.

INTRODUCCION

Las proteínas vegetales que más ingiere la población latinoamericana y que constituyen la base de los sistemas de consumo son los cereales/leguminosa, o sea, el maíz, el arroz y el trigo, por un lado, y el frijol común por el otro (1, 2). Asimismo, muchas poblaciones obtienen la mayor parte de sus calorías, no de los cereales, sino de tubérculos como la yuca (1-3), o de musáceas como el plátano o el banano (1-3). Estas dos fuentes de nutrientes casi siempre se consumen con frijol, y su aporte proteínico a la dieta es insignificante. La mayor parte de los estudios de evaluación proteínica nutricional de que se ha informado son del sistema cereal/leguminosa, y existe muy poca información sobre el valor proteínico nutricional del sistema alimenticio farináceo/frijol.

A diferencia de lo que ocurre con los cereales, tanto la yuca como el plátano son alimentos que se caracterizan por su bajo contenido de proteína, la cual es deficiente en aminoácidos azufrados (3), y existe poca posibilidad de un efecto complementario proteínico con las leguminosas cuando se consumen juntos. Por consiguiente, la proteína de la leguminosa es la que aporta la mayor cantidad ingerida, de manera que su calidad cobra gran importancia.

En estudios realizados con ratas, Bressani y Navarrete (4) dan cuenta de que las dietas a base de tubérculos o alimentos farináceos, requerían más del 20% de frijol para lograr un mantenimiento del peso. Estos valores se reducían si el frijol se suplementaba con metionina.

Con el propósito de conocer más a fondo el valor proteínico de una dieta elaborada a base de plátano, o de yuca y frijol, se llevó a cabo este trabajo en hombres jóvenes adultos, usando el método del índice de balance nitrogenado corto propuesto por Bressani *et al.* (5). Además de estimar el valor proteínico de la ingesta de proteína, con este procedimiento también se puede estimar el requerimiento de proteína para propósitos de mantenimiento.

MATERIALES Y METODOS

Sujetos Experimentales

Para el ensayo con plátano y frijol, y para el de yuca y frijol, se seleccionaron 10 sujetos para cada uno, del sexo masculino, sanos, que laboran en el INCAP. La selección se hizo después de haberseles practicado un examen médico clínico y parasitológico.

Los sujetos eran voluntarios, con gran espíritu de colaboración y sentido de responsabilidad y todos, excepto dos, habían participado con anterioridad en estudios similares. Antes del inicio del estudio, a los sujetos se les informó sobre la importancia de su colaboración, y se les explicó las técnicas a seguir para la ingesta de alimentos y para la recolección e identificación de la orina y las materias fecales.

En el transcurso de los ensayos, los sujetos desarrollaron sus actividades normales, que consistían en tareas de limpieza, de electricistas, mensajeros y/o recepcionistas y estudiantes. Se asumió que sólo con sus actividades normales mantendrían su gasto energético constante. Ninguno realizó actividades deportivas durante el estudio. Los pesos iniciales y finales de los sujetos incluidos en el estudio de yuca/frijol y de plátano/frijol, se detallan en la Tabla 1.

Metodología Utilizada

Plan experimental — Este trabajo consistió en un estudio de balance nitrogenado, derivado de múltiples ingestiones de nitrógeno, para calcular el requerimiento proteínico de una dieta de frijol con una ingesta constante de plátano o yuca.

El estudio se realizó en dos ensayos, con un intervalo de aproximadamente seis meses.

Para cada ensayo, los sujetos fueron primero estabilizados con una dieta que aportaba 0.6 g/kg día de proteína de carne de cerdo durante tres días, para luego entrar al ensayo propiamente dicho. La metodología de evaluación usada fue la del método del índice de balance nitrogenado corto propuesto por Bressani *et al.* (5). Este procedimiento consiste en alimentar a los sujetos experimentales por un período de tres días con una dieta de bajo contenido de nitrógeno, recolectando cuantitativamente heces y orina durante los dos últimos días. Los valores representan el nitrógeno fecal endógeno y urinario metabólico, usado para estimar la digestibilidad verdadera y el valor biológico. Luego, los sujetos son alimentados cada dos días con 0.2, 0.4 y 0.6 g de proteína/kg día con la dieta experimental, haciéndose recolecciones cuantitativas de heces y orina cada dos días.

Preparación de las dietas — El consumo de calorías, proteína y agua se calculó para cada individuo de acuerdo con su peso y el nivel de proteína que se deseaba para cada nivel en cada dieta. El consumo de agua fue constante y se estimó en 80 ml por cada 100 Kcal ingeridas por individuo, tomando en consideración el agua ingerida en los alimentos líquidos. Las calorías se ajustaron de acuerdo a los requerimientos energéticos de cada individuo, teniendo en cuenta la energía aportada por el frijol y por

TABLA 1

EDAD Y PESO DE SUJETOS EXPERIMENTALES

Identi- ficación	Yuca/Frijol			Plátano/Frijol			
	Edad años	Peso inicial kg	Peso final kg	Identi- ficación	Edad años	Peso inicial kg	Peso final kg
RS	24	58.2	57.4	FM	24	60.4	58.2
MAA	19	57.9	57.7	OB	26	59.1	58.3
JDV	37	49.1	49.5	RA	28	58.2	56.9
CP	24	50.0	49.5	JP	25	58.2	57.4
ARC	25	50.6	49.5	RS	23	56.6	55.9
HR	25	52.4	51.8	OBo	24	58.2	57.7
OBo	24	56.7	57.7	HR	25	49.5	49.1
JP	26	57.7	57.8	MR	30	62.7	60.5
AS	20	52.3	51.0	OH	24	46.5	44.2
OH	24	47.7	46.4	NR	19	46.6	44.5
\bar{x}	24.8±1.5*	53.3±1.3	52.8±1.4		24.8±1.0	55.6±1.9	54.3±2.0

* EE.

el plátano y/o yuca. El requerimiento calórico se complementó con refresco de naranja, caramelos y bebidas carbonatadas.

Las dietas de bajo contenido de nitrógeno estaban constituidas sólo por alimentos que aportaban un mínimo de proteína, y se calcularon en función del consumo calórico requerido por el sujeto de menor peso. Para los individuos restantes, sus requerimientos calóricos eran complementados con refresco de naranja, caramelos y bebidas carbonatadas. Las dietas basales empleadas en el estudio de plátano/frijol contenían de 1.10 a 1.61 g de nitrógeno, y en el caso del estudio de yuca/frijol, la dieta basal contenía de 0.51 a 1.20 g de nitrógeno. En la Tabla 2 se detallan los alimentos de la dieta basal de bajo contenido proteínico consumida por los sujetos durante los dos ensayos.

El menú diario estuvo constituido por la cantidad de frijol que aportaba la proteína requerida para cada nivel, distribuida equitativamente en tres tiempos: desayuno, almuerzo y cena, más la dieta basal que totalizaba el aporte calórico descrita anteriormente. Se utilizó harina de frijol negro precocido, con un contenido de 22.90% de proteína. En contraste, el plátano contenía, en promedio, 1.30% de proteína, y la yuca, 0.90%.

Cada porción de frijol se frió con 25 g de aceite de algodón más 10 g de cebolla picada, y se presentó en forma de "maleta".

Además, cada porción de puré de plátano o de yuca (610 g) se moldeaba en tortitas, fritas en cacerolas de teflón con 20 g de margarina. Al puré de yuca se le agregó sal para darle sabor. Para variar, algunas veces se calentaba el puré en escudillas pyrex, en el horno, agregándole la margarina. El plátano y la yuca sin agregados de margarina aportaban entre 25 y

TABLA 2

COMPOSICION DE LA DIETA BASAL DE BAJO CONTENIDO
PROTEINICO

Ingredientes	Cantidad
Café soluble	3 g
Mermelada de manzana o piña	20 g
Azúcar	25 g
Sopa*	250 g
Güisquil	300 g
Plátano o yuca	610 g
Fruta: sandía o piña	200 g
Refresco artificial de fruta	3 vasos
Suplementos de minerales y vitaminas**	1 gragea
Fuente calórica para satisfacer los requerimientos:	
bebida carbonatada	1 ó 2
refrescos	variable
caramelos	variable

* A base de almidón de maíz, sazonado con hierbas aromáticas. Consumida sin las hierbas.

** UNICAP-T.

30% de la oferta de energía diaria, por individuo.

Recolección de Muestras

Heces — El inicio y el final de los períodos de balance se marcó mediante la ingestión de 500 mg de carmín o carbón vegetal en cápsulas de gelatina.

Las muestras de heces fueron recolectadas en bolsas de polietileno previamente taradas. Se congelaban de inmediato a -4°C y eran identificadas con la siguiente información: peso, fecha, hora de recolección y nombre del sujeto.

Orina — Estas muestras se recolectaron en botellas plásticas que contenían 20 ml de ácido clorhídrico (6N) y se almacenaron a 4°C .

Al terminar cada ensayo se mezclaban separadamente las muestras de heces y las de orina, que correspondían a cada período de balance de dos días, homogeneizándose con solución acuosa de ácido clorhídrico al 1%. Se registró el peso total de las heces y el volumen total de la orina de este compuesto homogéneo, y se separó una alícuota en frascos de vidrio, la que se guardó bajo congelación para futuros análisis.

Método Analítico

Las muestras de heces, orina y dietas basales, así como los frijoles,

fueron analizados en duplicado para determinar su contenido de nitrógeno, siguiendo el método Kjeldahl (6).

Análisis Estadístico

Se calcularon ecuaciones lineales de regresión (7) entre el nitrógeno ingerido y el nitrógeno retenido. Asimismo, se calcularon las ecuaciones de regresión lineal del tipo $y = a + bx$ entre el balance de nitrógeno y la ingesta.

Otros Cálculos

Los resultados de nitrógeno en heces y en las dietas se expresaron en mg/kg/día, y la digestibilidad se calculó empleando la fórmula de Mitchell (8, 9). Para el cálculo de la digestibilidad verdadera se utilizó el nitrógeno endógeno fecal de cada individuo cuando fue alimentado con la dieta basal de bajo contenido de nitrógeno. Estos valores promediaron 32.3 mg N/kg/día, con una variación de 25.6 a 57.8.

Para determinar el valor biológico se tuvo en cuenta el nitrógeno endógeno urinario, el metabólico fecal y el nitrógeno total de las heces y orina por individuo, calculándose por la fórmula de Mitchel (8, 9).

RESULTADOS

Sujetos Experimentales

El promedio del peso inicial de los sujetos (Tabla 1) para el ensayo con plátano fue de 55.6 kg, y el promedio del peso final, de 54.3 kg. En el caso del ensayo con yuca, el peso inicial promedio fue de 53.3 kg, y el final, de 52.8 kg. Los individuos se pesaban diariamente vistiendo únicamente las prendas interiores. No obstante que la ingesta calórica fue semejante a través de todo el estudio, los sujetos experimentales mostraron una pérdida promedio de 1.3 kg en el estudio con plátano, y de 0.5 kg en el de yuca.

El balance de nitrógeno de los 10 sujetos alimentados con las dietas a base de yuca/frijol y de plátano/frijol, respectivamente, se resume en las Tablas 3 y 4.

La excreción de nitrógeno fecal para el experimento con plátano y yuca tendió a aumentar conforme la ingesta aumentaba. La excreción fue de 25.5 y 36.7 con la dieta basal, y aumentó gradualmente hasta 46.7 y 55.6 mg N/kg/día cuando la ingesta proteínica era de 0.6 g prot/kg/día, para el estudio con yuca y plátano, respectivamente.

La excreción de nitrógeno urinario en el experimento de yuca y plátano tendió a ascender conforme aumentaba la ingesta. Como se puede observar en las Tablas 3 y 4, los valores más altos ocurrieron al nivel de 0.6, con una excreción urinaria de 63.9 y 64.4 mg N/kg/día, respectivamente, disminuyendo en los niveles de la dieta basal y de las ingestiones de 0.2 y 0.4 g prot/kg/día.

La absorción de nitrógeno, tanto en el experimento con plátano como en el de yuca, aumentó proporcionalmente con la ingesta. Los valores

TABLA 3

BALANCE DE NITROGENO DE SUJETOS ADULTOS* ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE YUCA/FRIJOL

Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido
		mg/kg/día		
22.7 ± 0.5	22.5 ± 1.8	51.0 ± 2.3	-2.7 ± 1.6	-53.8 ± 2.8
52.8 ± 0.4	31.4 ± 4.3	50.6 ± 5.4	18.5 ± 3.9	-32.1 ± 8.4
74.3 ± 0.2	43.9 ± 4.5	52.8 ± 2.6	30.4 ± 4.4	-22.4 ± 5.3
105.7 ± 0.2	46.7 ± 2.1	64.4 ± 3.7	58.9 ± 2.1	-5.6 ± 3.1

* Determinado en 10 sujetos.

TABLA 4

BALANCE DE NITROGENO DE SUJETOS ADULTOS* ALIMENTADOS
CON UNA DIETA A BASE DE PLATANO/FRIJOL

Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido
		mg/kg/día		
24.7 ± 0.5	36.7 ± 3.0	54.3 ± 6.0	-12.0 ± 2.8	-66.3 ± 14.1
52.8 ± 0.3	43.7 ± 3.5	52.6 ± 7.5	9.0 ± 3.5	-43.6 ± 8.4
85.9 ± 0.4	45.9 ± 3.8	49.4 ± 3.4	39.9 ± 4.0	-9.5 ± 6.9
117.4 ± 0.7	55.6 ± 4.8	63.9 ± 3.3	61.7 ± 5.1	-2.2 ± 7.0

* Determinado en 10 sujetos.

estuvieron comprendidos entre -12.0 y 61.7 mg N kg/día para los niveles de dieta basal, y 0.6 g prot/kg/día en la dieta de plátano/frijol, siendo de -2.7 y 58.9 mg N/kg/día para los mismos niveles en la dieta de yuca/frijol.

La retención de nitrógeno fue negativa a todos los niveles de ingesta en los dos experimentos. Al nivel de 0.6 g prot/kg/día, se observó un promedio de -2.2 mg N kg/día en el estudio con plátano, y de -5.6 mg N/kg/día en el de yuca/frijol.

Se encontró que cuando se sometió a prueba la dieta de plátano/frijol, el promedio para digestibilidad verdadera fue de 81.0, y el de digestibilidad aparente, de 50.4. Según se aprecia en la Tabla 5, en el caso de las dietas a base de yuca/frijol, el valor de la digestibilidad verdadera fue de 79.8 y el de digestibilidad aparente, de 55.7. Para propósitos del cálculo de digestibilidad verdadera, se utilizó el nitrógeno endógeno fecal de cada

TABLA 5

DIGESTIBILIDAD Y VALOR BIOLÓGICO DE LA PROTEÍNA DE DIETAS A BASE DE YUCA/FRIJOL Y DE PLÁTANO/FRIJOL

	Dietas	
	Yuca/Frijol	Plátano/Frijol
Nitrógeno ingerido, mg/kg/día	105.7 ± 0.23	117.1 ± 0.70
Digestibilidad:		
Aparente (o/o)	55.7 ± 2.0	50.4 ± 4.0
Verdadera (o/o)	79.8 ± 2.1	81.0 ± 4.1
Valor biológico (o/o)	76.8 ± 3.4	80.9 ± 3.4

individuo, obtenido de alimentarlo con una dieta basal baja en contenido de nitrógeno.

Los resultados del valor biológico (VB) de la proteína del frijol, estudiado en los diferentes ensayos, se presentan asimismo, en la Tabla 5.

El VB obtenido en el experimento con frijol/plátano, aunque sensiblemente superior (80.90/o), no difirió significativamente del obtenido con frijol/yuca (76.80/o).

Se calculó la ecuación de regresión de nitrógeno retenido, $NR = (y)$, sobre nitrógeno ingerido, $NI = (x)$, tomando en consideración a todos los sujetos en los diferentes niveles. En el estudio con plátano se encontró una ecuación promedio de todos los sujetos de $y = -81.6804 + 0.7302x$, con $r = 0.7692$; en el de yuca, la ecuación promedio fue de $y = -65.1433 + 0.5740x$, con $r = 0.7334$.

Las regresiones entre nitrógeno ingerido y balance de nitrógeno se presentan en la Tabla 6. Los datos señalan que, en promedio, se necesitan 111.9 mg/kg/día de nitrógeno de frijol para mantener el equilibrio en el caso del plátano/frijol, y 114.3 mg/kg/día en el caso de la yuca.

DISCUSION

Los patrones de consumo alimentario de muchas poblaciones se basan en ingestiones de maíz o arroz, con cantidades variables de frijol común o alguna otra leguminosa (1, 2); sin embargo, en muchos países también existen grandes sectores de población donde el patrón se basa en yuca o en plátano y frijol (3, 10). La calidad proteínica de mezclas de cereales y leguminosas ha sido estudiada, tanto en animales experimentales (11)

TABLA 6

REGRESIONES INDIVIDUALES Y PROMEDIO DE SUJETOS ALIMENTADOS
CON LAS DIETAS DE YUCA/FRIJOL Y PLATANO/FRIJOL

Individuos	NR = a + b (NI)		Nitrógeno ingerido para equilibrio nitrogenado, mg/kg/día
<i>Yuca/Frijol</i>			
<u>RS*</u>	-85.24 + 0.71	0.60	<u>120.0</u>
MAA	-60.15 + 0.41	0.69	146.7
JDV	-41.38 + 0.24	0.63	172.4
CP	-69.43 + 0.53	0.75	131.0
ARC	-65.05 + 0.61	0.98	106.6
<u>HR</u>	-78.08 + 0.96	0.91	<u>81.3</u>
<u>OBo</u>	-50.60 + 0.55	0.95	<u>92.0</u>
<u>JP</u>	-68.49 + 0.69	0.99	<u>99.3</u>
AS	-67.03 + 0.49	0.85	136.8
<u>OH</u>	-66.89 + 0.59	0.84	<u>113.4</u>
Promedio	-65.14 + 0.57	0.73	114.3
<i>Plátano/Frijol</i>			
FM	-121.7 + 1.20	0.91	101.4
OB	- 54.0 + 0.47	0.82	114.9
RA	- 75.6 + 0.70	0.99	108.0
JP	- 66.9 + 0.53	0.76	<u>126.2</u>
RS	- 53.4 + 0.34	0.73	<u>157.0</u>
OBo	- 69.7 + 0.63	0.99	<u>110.6</u>
HR	-109.8 + 0.92	0.92	<u>119.3</u>
MR	- 63.6 + 0.29	0.87	219.3
OH	-126.3 + 1.51	0.85	<u>83.6</u>
NR	- 75.3 + 0.64	0.96	117.6
Promedio	- 81.7 - 0.73	0.77	111.9

* Los sujetos subrayados participaron en los dos estudios.

como en seres humanos (12), pero no así las dietas a base de yuca y frijol o de plátano y frijol. Debido a que tanto la yuca como el plátano contienen poca proteína, su aporte en términos de consumo es relativamente pequeño y, lógicamente, en patrones de consumo como el aquí estudiado, el frijol aporta la mayor parte de la ingestión proteínica, por lo que su calidad asume gran importancia. Esto ocurre en contraste con situaciones donde el consumo habitual es el de dietas a base de cereales y de leguminosas, en las que el aporte proteínico del cereal es muy importante (11).

Es de interés señalar que la digestibilidad de la proteína del frijol en

nuestro estudio fue baja, en forma similar a la informada antes (13). Este aspecto debe ser considerado para poder determinar la cantidad de nitrógeno ingerido para la obtención de un equilibrio nitrogenado, a pesar de que en el estudio que nos ocupa, se administró un aporte energético que se suponía mantendría el peso de los individuos. Sin embargo, en los dos estudios todos los individuos perdieron peso. Esta pérdida podría explicarla el hecho de que todos los individuos tuvieron balance negativo de nitrógeno, pero también es posible que la digestibilidad de la energía fuera inferior a la prevista.

A través del cálculo por regresiones lineales entre nitrógeno ingerido y nitrógeno retenido, se estableció que se requería una ingestión de alrededor de 112 mg N/kg/día, al suministrar la dieta de plátano y frijol, y de 114 mg N/kg/día cuando la dieta era de yuca y frijol.

Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Bressani *et al.* (13), de 163 mg N/kg/día, en estudios con humanos alimentados con dietas de frijol negro, lo que indica que tanto el plátano como la yuca aportan pequeñas cantidades de nitrógeno.

En estudios realizados en humanos alimentados con dietas a base de frijol y almidón, Navarrete y Bressani (12) encontraron requerimientos de 116 mg N/kg/día de nitrógeno de frijol, muy similares a los obtenidos en el presente estudio, y de 98.8 mg N/kg/día al usar la mezcla maíz/frijol en la proporción 70/30. Esto se debe a una mejor complementación de la proteína del cereal y la leguminosa, lo que no sucede con las dietas plátano/frijol y yuca/frijol, dado el bajo aporte proteínico de los primeros. Estos hallazgos demuestran, pues, que los adultos responden a la calidad de la proteína del alimento.

Beaton y Swiss (14), Payne (15) y Rand, Scrimshaw y Young (16) estudiaron la relación entre los requerimientos de energía y proteína en la dieta y los riesgos de desnutrición en grupos poblacionales. Dichos autores opinan que el requerimiento proteínico de un grupo de población no es una sola cifra, sino que probablemente constituye la distribución de una serie de valores que indica qué niveles específicos de ingesta proteínica alcanzan o exceden los requerimientos de cierta proporción de individuos dentro de una población determinada.

Lo sugerido por estos autores está claro al observar la variabilidad en las necesidades de nitrógeno ingerido para alcanzar equilibrio de nitrógeno, señalada en la Tabla 6. Entre los 10 individuos del estudio de yuca/frijol, esta cifra varió de 81.5 a 168.7 mg N/kg día, o sea, aproximadamente dos veces. En el estudio plátano/frijol, la variación fue de más o menos 83.5 a 218.0, es decir, dos veces y media más. En la Tabla se muestran cinco individuos que participaron en los dos estudios. En estos casos, la variabilidad ocurrió alrededor de 1.3 veces entre ensayos, para la cantidad de nitrógeno ingerido de frijol que se necesita para estar en equilibrio nitrogenado.

SUMMARY

DIGESTIBILITY, PROTEIN VALUE AND PROTEIN NEEDS OF
PLANTAIN/BEAN AND CASSAVA/BEAN DIETS IN YOUNG HUMAN ADULTS

Information is provided on the nitrogen intake for nitrogen equilibrium in young human adults fed a cassava/bean diet and a plantain/bean diet. Ten individuals participating in each study ingested levels of 0, 0.2, 0.4 and 0.6 g protein/kg/day at a constant energy level (45 kcal/kg/day), using the short-term nitrogen balance method with multiple intakes. Even with intakes of 105.7 and 117.4 mg N/kg/day for the cassava/bean and plantain/bean diets, the experimental subjects did not reach a positive balance. The protein digestibility of the diets was low, as had been confirmed previously for beans alone: 55.7% for the cassava/bean study and 50.4% for plantains/beans. The average quantity of nitrogen intake required to reach nitrogen equilibrium for the cassava/bean diet was 114.3 mg N/kg/day and for the plantain/bean diet, 111.9 mg N/kg/day. In the case of the cassava/bean diet, the variability was 81.3 to 172.4, and for plantain/beans, 83.6 to 219.3 mg/kg/day. In four of the five individuals who participated in both studies, the nitrogen intake required to reach nitrogen equilibrium was greater when fed the diet based on plantain/beans than when fed the cassava/beans diet.

These data support the assertion that the protein requirement is not a simple figure. Individual variability is so great that, as has been suggested, it is necessary to add two standard deviations to the average figure to cover 97.5% of the population.

The results of this investigation support the need to increase protein digestibility and protein quality of beans, since this is a food of major importance for large population segments in the developing countries.

BIBLIOGRAFIA

1. Flores, M. Food patterns in Central America and Panama. En: Tradition Science and Practice in Dietetics. Proc. 3rd. International Congress of Dietetics, London 10-14 July, 1961. Yorkshire, Great Britain, Wm. Byles and Sons, Limited of Bradford, 1961, p. 23-27.
2. Flores, M. Food consumption: levels and patterns-variation by geographical regions and socio-economic groups. En: International Encyclopaedia of Food and Nutrition. Vol. V. Food Consumption and Planning. Chapter 3. H. M. Sinclair (Ed.). Oxford, England, Pergamon Press, Ltd., 1975, p. 63-138.
3. Ariza Macías, J., F. Pardo Téllez & J. O. Mora Parra. Resultados de las encuestas alimentarias realizadas en Colombia por el Instituto Nacional de Nutrición de 1963 a 1966. Arch. Latinoamer. Nutr., 22(1):7-20, 1972.
4. Bressani, R., D. A. Navarrete & L. G. Elías. The nutritional value of diets based on starchy foods and common beans. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr., 34: 109-115, 1984.
5. 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, D. T. Hopkins

- and D. H. Waggle (Eds.). New York, Academic Press, 1979, p. 313-323.
6. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
 7. Averill, E. W. Least significant difference. En: *Elements of Statistics*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1972, 210-211.
 8. Mitchell, H. H. A method of determining the biological value of protein. *J. Biol. Chem.*, 58:873-903, 1923-24.
 9. Mitchell, H. H. & G. G. Carman. The biological value for maintenance and growth of the proteins of whole wheat, eggs, and pork. *J. Biol. Chem.*, 60:613-620, 1924.
 10. Pradilla, A., F. Brenes & E. Alvarez Luna. Analytical and biological studies of a high yielding, high protein cassava. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 25(2):175-186, 1975.
 11. 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.
 12. Navarrete, D. A. & R. Bressani. Protein digestibility and protein quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*) fed alone and with maize, in adult humans using a short-term nitrogen balance assay. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34:1893-1898, 1981.
 13. Bressani, R., E. Hernández, D. A. Navarrete & J. E. Braham. Protein digestibility of methionine supplemented common beans (*Phaseolus vulgaris*) in adult human subjects. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 34:640-653, 1984.
 14. Beaton, H. G. & L. D. Swiss. Evaluation of the nutritional quality of food supplies: prediction of the "desirable" or "safe" protein: calorie ratios. *Am. J. Clin. Nutr.*, 27:485-504, 1974.
 15. Payne, R. P. Safe protein-calorie ratios in diets. The relative importance of protein and energy intake as casual factors in malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28:281-286, 1975.
 16. 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.
 17. Vargas, E. Evaluación nutricional del sistema alimentario arroz-frijol para consumo humano. Informe final presentado a la Universidad de las Naciones Unidas. Guatemala, INCAP, abril de 1980.