

NUEVA ALTERNATIVA PARA EL CALCULO DE RECOMENDACIONES DE INGESTA DE PROTEINA EN HUMANOS. NECESIDADES DE PROTEINA DE UNA POBLACION ADULTA ALIMENTADA CON DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL¹

*Emilio Vargas,² Ricardo Bressani,³ Delia A. Navarrete,⁴
J. Edgar Brabam⁴ y Luiz G. Elías⁴*

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Tres Ríos, Costa Rica

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

RESUMEN

En esta comunicación se propone un nuevo método para estimar las necesidades de proteína de una población, y se presentan las recomendaciones de ingesta proteínica para adultos alimentados con dietas a base de arroz y frijol.

Con este propósito, se tomaron datos de estudios de índice de balance de nitrógeno corto, notificados previamente, de 40 sujetos adultos que habían participado en 160 periodos de balance de nitrógeno en los que consumieron dietas a base de arroz y frijol, suplementadas o no con proteína animal y/o energía.

El método propuesto se basa en la respuesta curvilínea entre la ingesta de nitrógeno y el balance de éste. Para ello se calcula la ecuación de segundo grado que describe la relación entre el balance de nitrógeno y la ingesta. Utilizando el concepto matemático de primera y segunda derivada, se obtiene el punto de inflexión de la curva, el cual se interpreta como aquella condición en la que el individuo utiliza el nitrógeno dietético con máxima eficacia; la ingesta de nitrógeno correspondiente a ese punto se toma, pues, como la recomendación dietética de nitrógeno para el individuo. Al comparar los datos obtenidos valiéndose de la ecuación cuadrática, con los valores obtenidos por

Manuscrito modificado recibido: 24-6-85.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos adjudicados por el Programa Mundial Contra el Hambre, de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU).
- 2 Investigador Asociado del Programa INCAP/UNU, con sede en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). En la actualidad es Investigador del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Tres Ríos, República de Costa Rica, C. A.
- 3 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 4 Científicos de la citada División.

Publicación INCAP/UNU-36.

el método tradicional de ecuaciones lineales, se constataron valores estadísticamente iguales ($P < 0.05$) en ambos sistemas. La recomendación de ingesta proteínica de una población adulta alimentada con una dieta a base de arroz y frijol resultó ser de 0.80 y 0.77 g/kg/día, por el método de la ecuación curvilínea y el método convencional, respectivamente. Al complementar la dieta con 100/o de proteína de leche y con un mismo nivel de energía, los valores encontrados fueron de 0.64 y 0.71 g proteína/kg/día para ambos métodos en ese orden. Además, se calculó la ingesta y absorción de aminoácidos esenciales a partir de las dietas de arroz y frijoles a los niveles recomendados por ambos métodos para estar en balance de nitrógeno. Se encontró que en todos los casos los individuos satisficieron los requerimientos de todos y cada uno de los aminoácidos esenciales señalados por FAO/OMS, siendo la isoleucina y los aminoácidos azufrados, los que aparentemente limitan este tipo de dieta.

INTRODUCCION

El índice de balance de nitrógeno (IBN) se considera como uno de los mejores métodos para evaluar la calidad proteínica en humanos y animales (1, 2), así como para estimar las necesidades de nitrógeno de una población y, a partir de ello, las recomendaciones de nitrógeno y proteína para esa población. Su principal característica es que constituye una técnica de múltiples puntos, es decir que requiere que la proteína bajo estudio se suministre a varios niveles de ingesta, midiendo el balance de nitrógeno en cada nivel de ingesta o punto. Ha quedado más que demostrado que la relación entre la ingesta de nitrógeno y el balance de este último es lineal en la región de balance de nitrógeno negativo, y ligeramente positivo para luego alcanzar una relación curvilínea, en la región de balance francamente positivo (1-3). También se ha señalado (4, 5) que en la zona de ingestas proteínicas muy bajas, existe una relación curvilínea entre la ingesta de nitrógeno y el balance de éste.

Uno de los problemas que presenta el método del IBN, es el costo y el tiempo necesarios para su realización en humanos. Por esta razón, Bressani *et al.* (6), han propuesto un método basado en el mismo principio pero que utiliza tiempos más cortos de balance, por lo que se le ha llamado "Índice de balance de nitrógeno corto" (IBNC). Con cualquiera de los dos métodos se puede hacer una estimación del nivel requerido de ingesta de la proteína en estudio para mantener equilibrio nitrogenado en adultos, o para alcanzar un grado determinado de retención de nitrógeno en niños.

En realidad, existen dos criterios para determinar las necesidades de nitrógeno de una población basados ambos en los datos del IBN: a) el de sumarle al nitrógeno necesario para alcanzar balance cero, un 300/o, y b) el de sumarle a ese mismo valor, dos desviaciones estándar a fin de cubrir el 950/o de la población (7).

En el trabajo aquí descrito se propone un nuevo método para determinar las recomendaciones proteínicas, basado en la respuesta curvilínea entre el balance de nitrógeno y la ingesta de éste. Asimismo, se hacen estimaciones de las necesidades de nitrógeno de una población alimentada con dietas de origen vegetal, y se calcula la cantidad de aminoácidos esenciales cubierta con estas ingestas de nitrógeno recomendadas.

MATERIALES Y METODOS

Alimentos e Ingredientes

Para el caso se utilizó como fuente de proteína, frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) de la variedad S-19N; arroz (*Oriza sativa*) tipo comercial, blanco y pulido, y leche descremada, deshidratada y de disolución rápida. Las características químicas y la preparación de estos productos, así como de las dietas suministradas fueron dadas a conocer en trabajos previos (8-10).

Técnicas del Estudio

La investigación comprendió cuatro estudios de índice de balance de nitrógeno corto en hombres adultos, alimentados con dietas a base de arroz y frijol suplementadas o no con proteína animal y/o energía. Los detalles del estudio de balance, procesamiento de muestras, composición de las dietas, características de los sujetos, y el diseño experimental, ya fueron dados a conocer (9, 10).

En el IBNC propuesto por Bressani *et al.* (6), cada estudio tiene una duración de 10 días. Durante los primeros tres, a cada sujeto se le suministró una dieta baja en nitrógeno (15-20 mg/kg/día), a lo que siguió un incremento progresivo de 0.2 g de proteína/kg/día cada dos días, hasta un nivel máximo de 0.6 g de proteína/kg/día. Durante los dos últimos días del primer período (dieta baja en nitrógeno) y en cada período subsiguiente (0.2, 0.4 y 0.6 g proteína/kg/día), se recolectaron heces fecales y orina, usando carmín rojo o carbón vegetal como marcadores fecales. El nivel de energía se mantuvo constante en cada estudio. Las heces y orina de cada período de recolección fueron homogenizados y se analizaron alícuotas de estos homogenizados para determinar el nitrógeno total según la técnica del macro-Kjeldahl.

Además, se cuantificó el contenido de aminoácidos de las fuentes de proteína indicadas, así como de las dietas basales y totales que consumieron los individuos en cada estudio, utilizando métodos convencionales (11).

Cálculos Matemáticos

a) *Ecuaciones de regresión* — Se calcularon ecuaciones de regresión lineal del tipo $y = a + bx$ entre el balance de nitrógeno aparente (y) y la ingesta de nitrógeno (x) por el método de los mínimos cuadrados, para determinar la respuesta individual de cada sujeto en cada estudio, así como utilizando los datos de todos los sujetos que participaron en cada estudio. Se calcularon también por el mismo método, ecuaciones de regresión de segundo grado del tipo $y = a + bx + cx^2$ con las mismas variables ya señaladas en el caso de las ecuaciones lineales.

b) *Nitrógeno para mantenimiento y recomendaciones de éste.* — La ecuación individual lineal de cada sujeto que participó en cada estudio fue resuelta cuando el balance nitrogenado era cero. El promedio de ese resultado se estimó como la necesidad de nitrógeno para mantenimiento (balance cero). Para calcular la recomendación de nitrógeno, se le sumó un

300/o a cada valor individual de nitrógeno para mantenimiento obtenido con la ecuación lineal. Al promedio de esos valores, en cada estudio, se le llamó recomendación de nitrógeno, y para el cálculo de la recomendación de proteína se usó el factor de conversión de 6.25.

Las recomendaciones de ingesta de nitrógeno, fueron calculadas siguiendo otra técnica. Partiendo de las ecuaciones de regresión de segundo grado individuales, se calculó la primera derivada de esa ecuación $\frac{dy}{dx}$ es decir $\frac{dy}{dx} = b + 2cx$ y se igualó a cero, esto es: $b + 2cx = 0$, calculándose luego el valor de x de la siguiente manera: $x = \frac{-b}{2c}$.

El valor de x se interpretó como el nitrógeno ingerido que produce el balance máximo de nitrógeno en las condiciones en que se llevó a cabo este estudio, y el promedio de estos valores como la recomendación de nitrógeno óptima para una población alimentada con el tipo de fuentes de proteína utilizadas en esta investigación.

El nitrógeno para mantenimiento se calculó resolviendo para balance cero, la ecuación cuadrática total de cada estudio, como sigue:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c}$$

c) *Cálculo de ingesta o absorción de aminoácidos* — A partir de la composición de aminoácidos de las fuentes de proteína y las dietas libres de nitrógeno (dietas basales) así como el valor de nitrógeno necesario para mantenimiento, se calculó el patrón de aminoácidos esenciales para mantenimiento de equilibrio nitrogenado, ya fuese como aminoácidos ingeridos en la dieta o como aminoácidos absorbidos. En este último caso se consideró la digestibilidad del nitrógeno, asumiendo que todos los aminoácidos son absorbidos en la misma proporción en que se ingieren. También se calcularon los patrones promedio de aminoácidos que una población consumiría al ingerir las recomendaciones de nitrógeno propuestas en el estudio. Además, se calculó el patrón de aminoácidos absorbidos para las recomendaciones de nitrógeno señaladas.

RESULTADOS

Las ecuaciones de regresión totales, tanto lineales como cuadráticas de cada uno de los estudios realizados, se exponen en la Tabla 1. Tal como se indica, en todos los casos los coeficientes de correlación de las ecuaciones de segundo grado son mayores que los obtenidos con las ecuaciones lineales. Puede apreciarse, asimismo, que en todos los casos los coeficientes son altamente significativos ($P < 0.01$). Destaca, por otra parte, el valor de "b" el cual, aunque con magnitud diferente, sigue una misma tendencia al aplicar los dos sistemas de cálculo.

Las necesidades de nitrógeno para mantenimiento y las recomendaciones de nitrógeno y proteína —calculadas por los dos métodos— se presentan en la Tabla 2. Como se observa, cuando el nitrógeno necesario

TABLA 1

ECUACIONES DE REGRESION LINEAL Y CUADRATICA TOTAL ENTRE EL NITROGENO INGERIDO (NI) Y EL BALANCE DE NITROGENO (BN), OBTENIDOS EN HOMBRES ADULTOS ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL (mg/kg/día)

Estudio	Regre- sion	Ecuación lineal	r	Ecuación cuadrática	r
1 (n = 40)	BNA	$y = -71.57 + 0.75x$	0.87	$y = -87.35 + 1.446x - 0.006x^2$	0.89
	BNV	$y = -78.12 + 0.76x$	0.88	$y = -92.19 + 1.436x - 0.006x^2$	0.89
2 (n = 32)	BNA	$y = -73.29 + 0.79x$	0.86	$y = -87.64 + 1.615x - 0.007x^2$	0.97
	BNV	$y = -74.96 + 0.80x$	0.95	$y = -92.69 + 1.619x - 0.007x^2$	0.97
3 (n = 40)	BNA	$y = -74.59 + 0.95x$	0.92	$y = -96.02 + 1.992x - 0.009x^2$	0.95
	BNV	$y = -79.57 + 0.95x$	0.92	$y = -101.03 + 1.992x - 0.009x^2$	0.95
4 (n = 40)	BNA	$y = -69.54 + 0.86x$	0.91	$y = -86.08 + 1.662x - 0.007x^2$	0.93
	BNV	$y = -74.54 + 0.86x$	0.91	$y = -91.06 + 1.662x - 0.007x^2$	0.93
Todos (n = 152)	BNA	$y = -71.98 + 0.83x$	0.90	$y = -89.45 + 1.679x - 0.007x^2$	0.92
	BNV	$y = -75.60 + 0.79x$	0.89	$y = -94.43 + 1.677x - 0.007x^2$	0.92

BNA = Balance de nitrógeno aparente.

BNV = Balance de nitrógeno verdadero.

para mantenimiento se calcula mediante la ecuación lineal, éste es ligeramente mayor en los estudios 3 y 4, en comparación con los resultados que se obtienen al aplicar la ecuación de segundo grado. En ningún caso se aprecian diferencias significativas ($P < 0.05$). Tal como muestran los resultados, la recomendación de nitrógeno calculada en los cuatro estudios mediante la regresión lineal, es menor que los valores calculados mediante la ecuación cuadrática. También es de interés observar, que la dispersión de los datos (medida ésta en términos de la desviación estándar) es mayor en los valores calculados mediante las ecuaciones de segundo grado.

Ajeno a ello, en los resultados destaca el hecho que, mediante los dos sistemas de cálculo, las proteínas de los alimentos del estudio 3 fueron mejor utilizadas que las del estudio 4, y éstas, a su vez, mejor que las de los estudios 2 y 1, respectivamente.

La Figura 1 es una representación gráfica de las ecuaciones de segundo grado entre la ingesta de nitrógeno y el balance aparente de éste. Se indican también los puntos de máximo balance.

La cantidad promedio de aminoácidos esenciales que serían consumidos en cada estudio cuando los individuos alcanzan equilibrio nitrogenado, se resume en la Tabla 3. Se indica, asimismo, el nitrógeno ingerido necesario para lograr equilibrio, y la digestibilidad del nitrógeno de cada dieta estudiada, datos que ya fueron informados (9, 10).

TABLA 2

NECESIDADES PROTEINICAS DE HOMBRES ADULTOS ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL, ESTIMADAS MEDIANTE ECUACIONES DE REGRESION LINEAL Y CUADRATICA

Estudio	Con ecuación lineal			Con ecuación cuadrática		
	Nitrógeno mantenimiento ¹ (mg/kg/día)	Recomendación de nitrógeno ² (mg/kg/día)	Recomendación de proteína (g/kg/día)	Nitrógeno para mantenimiento ³ (mg/kg/día)	Recomendación de nitrógeno ⁴ (mg/kg/día)	Recomendación de proteína (g/kg/día)
1	96.2 ± 13.7	123.7 ± 18.4	0.77	89.7	127.7 ± 38.1	0.80
2	90.1 ± 8.7	117.2 ± 11.4	0.73	90.3	126.9 ± 32.7	0.79
3	78.6 ± 10.2	102.2 ± 13.3	0.64	70.9	114.1 ± 17.2	0.71
4	82.4 ± 10.2	108.2 ± 13.3	0.67	76.3	122.4 ± 37.8	0.76

- 1 Se calculó como un promedio de cada ecuación individual para alcanzar balance de nitrógeno cero en cada estudio.
- 2 Se calculó sumándole 30% a cada valor individual necesario para alcanzar balance de nitrógeno cero.
- 3 Se calculó resolviendo la ecuación cuadrática total para balance cero.
- 4 Se calculó como un promedio de las ecuaciones cuadráticas individuales en el punto de balance máximo.

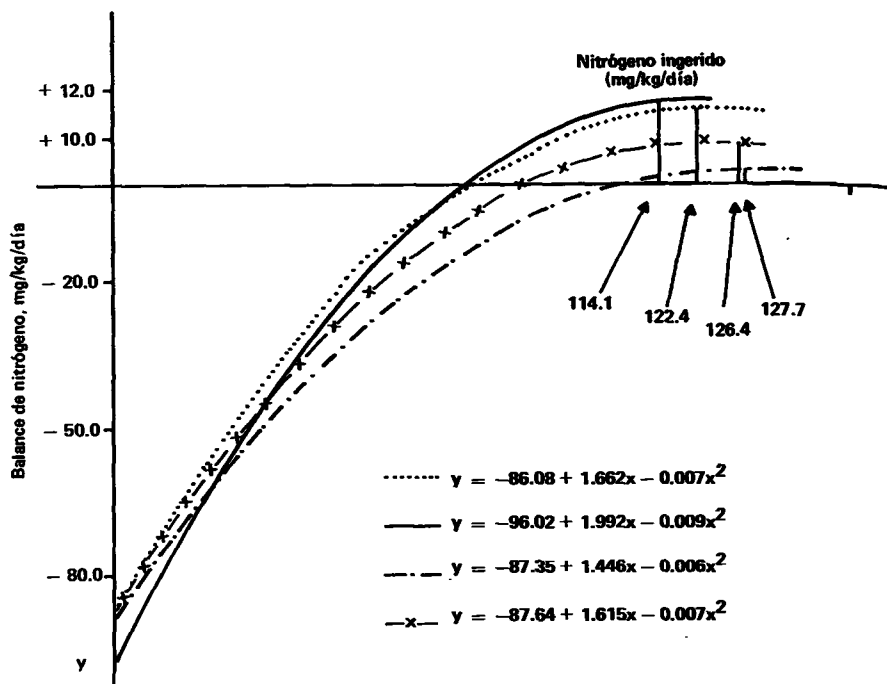


FIGURA 1

Utilización máxima del nitrógeno ingerido por humanos adultos alimentados con dietas a base de arroz y frijol, suplementadas con energía y/o proteína de leche

La información resultante de los cuatro estudios revela que las necesidades de nitrógeno para alcanzar equilibrio nitrogenado son mayores que las cifras que recomienda FAO/OMS, de 70 mg/kg/día para un hombre adulto (7). Se destaca el hecho que cuando se alcanzó equilibrio nitrogenado en los cuatro estudios, también se habían satisfecho todas y cada una de sus necesidades de aminoácidos esenciales. Aparentemente, la isoleucina es el aminoácido que limita la utilización de estas dietas.

Los consumos promedio de aminoácidos y las cantidades absorbidas de éstos cuando se ingieren las recomendaciones de nitrógeno estimadas mediante los dos métodos se detallan en la Tabla 4. Según se muestra, la recomendación de nitrógeno calculado por el método de la ecuación lineal (112.6) y por la ecuación cuadrática (122.4), es mayor que la recomendada por FAO/OMS, que de 91 mg/kg/día para hombres adultos (7). No obstante, las necesidades de nitrógeno absorbido (70.2 y 76.4 mg/kg/día) son menores que el valor informado por FAO/OMS (81.9 mg/kg/día). Se observa, sin embargo, que cuando se absorben las cantidades de nitrógeno indicadas, también se absorben todos y cada uno de los aminoácidos esenciales en las cantidades indicadas como mínimas por la FAO/OMS (7).

TABLA 3

AMINOACIDOS ESENCIALES PARA EL MANTENIMIENTO DE INDIVIDUOS ADULTOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ Y FRIJOL¹
(mg/kg/día)

Aminoácido	Ensayo				Promedio			Necesidades para equilibrio ²
	1	2	3	4	\bar{x}	DE	CV	
Treonina	11.0	10.2	8.8	9.7	9.9	1.4	14.1	5.4
Valina	26.8	24.9	21.1	23.4	21.4	3.5	14.5	7.7
Metionina + cistina	17.6	16.3	14.0	15.3	15.8	2.2	13.9	10.0
Isoleucina	12.2	11.3	9.8	10.7	11.0	1.6	14.5	7.7
Leucina	45.8	42.7	36.6	40.8	41.6	6.0	14.4	10.8
Fenilalanina + tirosina	39.8	37.1	31.3	35.3	36.0	5.3	14.7	10.8
Lisina	30.2	28.1	24.6	27.5	27.7	3.9	14.1	9.2
Triptofano	6.6	6.1	5.2	5.7	5.9	0.8	13.6	2.7
Nitrógeno para equilibrio (mg/kg/día)	96.2	90.1	78.6	82.4	86.6	12.5	14.4	70
Peso promedio de cada individuo, kg	58.1	57.8	57.1	57.1	57.3	4.0	7.0	65
Digestibilidad del nitrógeno, o/o	59.1	59.6	65.3	64.6	62.4	8.2	13.1	90

1 Calculados a partir de los resultados de la composición de aminoácidos de la dieta y del consumo de nitrógeno necesario para alcanzar equilibrio nitrogenado, de cada individuo que participó en cada estudio.

2 Según FAO/OMS (9).

DISCUSION

Tradicionalmente existen dos métodos aceptados para estimar las recomendaciones dietéticas de proteína de una población. El primero de ellos es el método factorial, en el que se estiman las pérdidas obligatorias de nitrógeno de un individuo, y luego se hacen correcciones empíricas para proyectar esos datos a una población. El segundo sistema se vale de estudios de índice de balance de nitrógeno, en el que se calcula el nitrógeno necesario para alcanzar equilibrio nitrogenado, luego se le suma un 30o/o a ese valor, calculándose así la recomendación. En este estudio se presenta una tercera alternativa.

TABLA 4
AMINOACIDOS INGERIDOS O ABSORBIDOS POR HOMBRES ADULTOS CUANDO CONSUMEN DIFERENTES
CANTIDADES DE NITROGENO PROVENIENTE DE DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL
(mg/kg/día)

Aminoácido	Aminoácido ingeridos ¹			Aminoácidos absorbidos ^{1 2}			Recomendación de FAO/OMS ¹	
	Equilibrio nitrogenado	Equilibrio nitrogenado +30% N	Recomendación de N con ecuación cua- drática	Equilibrio nitrogenado	Equilibrio nitrogenado +30% de nitrógeno	Recomendación de N con ecuación cua- drática	Ingerido	Absorbido ³
Treonina	9.9	12.9	14.0	6.2	8.0	8.7	7	6.3
Valina	24.1	31.3	34.1	15.0	19.5	21.3	10	9.0
Metionina + cistina	15.8	20.0	22.3	9.9	12.8	13.7	13	11.7
Isoleucina	11.0	14.3	15.5	6.9	8.9	9.7	10	9.0
Leucina	41.6	54.1	58.9	25.9	33.7	36.7	14	12.6
Tirosina + fenilalanina	36.0	46.8	50.9	22.4	29.2	31.8	14	12.6
Lisina	27.7	36.0	39.2	17.3	22.5	24.4	12	10.8
Triptofano	5.9	7.7	8.3	3.7	4.8	5.2	3.5	3.2
Nitrógeno ³	86.6	112.6	122.4	54.0	70.2	76.4	91	81.9

1 Ingerido o absorbido, expresado en mg/kg/día.

2 Se asume que todos los aminoácidos son absorbidos en una misma proporción que el nitrógeno total de la dieta. Los cálculos se hicieron con una digestibilidad aparente promedio del nitrógeno de 62.4%.

3 Se asume una digestibilidad del nitrógeno de 90%.

Según informan Young *et al.* (12), la relación entre el balance de nitrógeno y la ingesta de éste se ajusta mejor a una relación de mínimos decrecientes, que a una relación lineal; por tal motivo, una ecuación de segundo grado describiría mejor esta relación. Como se indica en la Tabla 1, los coeficientes de regresión de las ecuaciones cuadráticas de los cuatro estudios aquí notificados, tanto con balance de nitrógeno aparente, como verdadero, son mayores que los encontrados con las ecuaciones lineales que describen el mismo tipo de relación. Basados en este hecho, y aplicando el criterio matemático de la primera y segunda derivada para encontrar un máximo, se calculó el punto de inflexión máxima de la curva entre el balance de nitrógeno y la ingesta de este último. Este punto fue interpretado como el punto en el que el individuo utiliza el nitrógeno dietético con eficiencia máxima, y la ingesta de nitrógeno correspondiente a ese punto, como la recomendación dietética de nitrógeno para la población. Según se consigna en la Tabla 2, la recomendación de nitrógeno, estimado mediante la ecuación lineal es, en todos los casos, numéricamente inferior pero estadísticamente igual al valor encontrado mediante el sistema de la ecuación cuadrática. Asimismo, la información indica que el método es sensible a la calidad de la proteína estudiada. Tal como informaran anteriormente los mismos autores (10), la calidad de la proteína de las dietas aquí señaladas son la No. 3, 4, 2 y 1, en ese mismo orden. Como se muestra en la Tabla 2, la ingesta de nitrógeno recomendada es mayor para la dieta de menor calidad (estudio 1) y menor para la proteína de mejor calidad (estudio 3).

Al comparar la ingesta de aminoácidos esenciales que tuvieron los individuos en cada estudio en relación al valor estipulado por FAO/OMS (7) para este tipo de sujetos se encontró, según se indica en la Tabla 3, que todos los aminoácidos fueron consumidos en exceso, siendo aparentemente los azufrados y la isoleucina, los aminoácidos limitantes. Igualmente, se encontró un aparente exceso de nitrógeno ingerido en comparación con el valor señalado por FAO/OMS (7). Sin embargo, al corregir cada aminoácido que sería consumido cuando se alcanza equilibrio nitrogenado por la digestibilidad de la proteína (Tabla 4), se encontró que la isoleucina fue absorbida en 6.9 mg/kg/día, en comparación al valor señalado por FAO/OMS (7), que es de 9 mg/kg/día. Los demás aminoácidos fueron absorbidos en cantidades iguales o mayores que las señaladas por FAO/OMS como necesarias. Asimismo, el nitrógeno absorbido, necesario para alcanzar equilibrio fue, en promedio de los cuatro estudios, de sólo 54.0 mg/kg/día, en contraste con el valor de 70 mg/kg/día, que estipula FAO/OMS (7).

Al comparar la ingesta de aminoácidos con la cantidad que sería absorbida (asumiendo en este último caso que todos los aminoácidos son absorbidos en una misma proporción que el nitrógeno total), cuando se consumen las cantidades de nitrógeno recomendadas por los dos métodos señalados en relación a la recomendación de FAO/OMS, se encontró (Tabla 4) que todos son ingeridos en exceso, calculados por cualquiera de los dos métodos. En el caso de los aminoácidos absorbidos, también están en exceso, con excepción de la isoleucina, que sería absorbida en 8.9 y 9.7 mg/kg/día en comparación con el valor de 9.0 mg/kg/día, que recomienda FAO/OMS (7).

Así, la información presentada indica, al parecer, que el método pro-

puesto es una nueva alternativa para estimar la recomendación de proteína de una población; que constituye un nuevo uso del índice de balance de nitrógeno y que, en comparación con los métodos tradicionales, da un resultado semejante. El método de la ecuación cuadrática podría sustituir al lineal, ya que se traduce en mejores correlaciones entre los resultados, lo que sugiere que el comportamiento es curvilíneo en vez de lineal.

Asimismo, de la información se deduce que la recomendación de ingesta proteínica de una población adulta, alimentada a base de arroz y frijol, es de alrededor de 0.80 g/kg/día. Se desprende también que esa recomendación podría ser ligeramente inferior (0.70 – 0.75 mg/kg/día) si esa población consume en su dieta habitual un mínimo de 10 a 15% de proteína de origen animal.

SUMMARY

A NEW APPROACH TO ESTIMATE RECOMMENDED DIETARY PROTEIN INTAKE IN HUMANS. PROTEIN REQUIREMENTS OF AN ADULT POPULATION FED DIETS BASED ON RICE AND BEANS

This paper proposes a new approach to estimate the protein needs of a population; recommendations are also made on the protein intake of adults fed diets based on rice and beans. For this purpose, the nitrogen balance data previously reported for 40 adult human subjects who had participated in 160 nitrogen balance periods fed diets based on rice and beans, with and without animal protein and/or energy supplementation were used.

The proposed method is based on the curvilinear response between nitrogen intake and its nitrogen balance. The second degree equation describing the relationship between nitrogen balance and intake is calculated. Using the mathematical concept of the first and second derivatives, the point of inflexion is obtained, and interpreted as that condition wherein the individual utilizes with maximum efficacy the ingested nitrogen; nitrogen ingestion, which corresponds to that point, is therefore taken as the dietary nitrogen recommendation for the individual. When the values obtained by means of the quadratic equation are compared to those obtained by the traditional linear equation, values were found to be statistically equal ($p < 0.05$) for both calculation methods. The recommended protein intake of an adult population fed a diet based on rice and beans was 0.80 and 0.77 g/kg/day for the quadratic approach, and for the conventional method, respectively. When this diet was supplemented with 10% milk protein and with the same energy level, the calculated values were 0.64 and 0.71 g protein/kg/day for both methods, in this same order. The essential amino acid intake and absorption values were also calculated from the protein levels recommended by both methods to be in nitrogen balance, from a diet based on rice and beans. Findings revealed, in all cases, that the intakes of each and all essential amino acids met those levels indicated by FAO/WHO, with the exception of isoleucine and the sulphur-containing amino acids, which apparently limit the quality of the diet.

BIBLIOGRAFIA

1. Evaluation of Proteins for Humans. C. E. Bodwell (Ed.). Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1977.

2. Allison, J. B. The nutritive value of dietary proteins. In: **Mamalian Protein Metabolism**, Vol. 2. H. N. Munro & J. B. Allison (Eds.), New York, N. Y., Academic Press, 1964, p. 41-86.
3. Hegsted, D. M. & R. Neff. Efficiency of protein utilization in young rats at various levels of intake. **J. Nutr.**, **100**: 1173-1180, 1970.
4. Inoue, G., Y. Fujita, K. Kiski, S. Yamamoto & Y. Niiyama. Nutritive values of egg protein and wheat gluten in young men. **Nutr. Repts. Internat.**, **10**: 201, 1974.
5. Viteri, F. E. & R. Bressani. The quality of new sources of protein and their suitability for weanlings and young children. **Bull. Wld Hlth Org.**, **46**: 827, 1972.
6. 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. In: **Soy Protein and Human Nutrition**. H. L. Wilcke, D. T. Hopkins & D. H. Waggle (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, 1979, p. 313-323.
7. FAO/WHO. **Energy and Protein Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO Ad-Hoc Expert Committee, Rome, 22 March - 2 April, 1971. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1973, 20 p. (FAO Nutrition Meetings Reports Series No. 52; WHO Technical Report Series No. 522).
8. 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.
9. Vargas, E., R. Bressani, D. A. Navarrete, J. E. Braham & L. G. Elías. Digestibilidad de proteína y energía de dietas elaboradas a base de arroz y frijoles en humanos adultos. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **34**: 109-129, 1984.
10. Vargas, E., R. Bressani, D. A. Navarrete, J. E. Braham & L. G. Elías. Efecto de la suplementación de proteína animal y energía en la calidad proteínica de dietas a base de arroz y frijol en hombres adultos. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **34**: 46-68, 1984.
11. United Nations University. **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. P. L. Pellet & V. R. Young (Eds.). Tokyo, United Nations University Press, 1980, 154 p. (Food Nutr. Bull. Suppl. 4. WHTR-3/UNUP-129).
12. Young, V. R. S. M. Taylor, W. Rand & N. Scrimshaw. Protein requirements of man: Efficiency of egg protein utilization at maintenance and submaintenance levels in young men. **J. Nutr.**, **103**: 1164-1174, 1973.