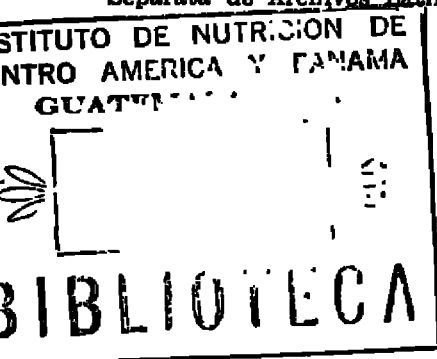




## **Evaluación de la calidad de la proteína de alimentos de bajo contenido proteínico<sup>1</sup>**

**LUIZ G. ELÍAS<sup>2</sup>, RICARDO BRESSANI<sup>3</sup> y  
JOSÉ ANTOLÍN DEL BUSTO<sup>4</sup>**

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

### **RESUMEN**

Considerando que los alimentos con menos de 10% de proteína son los más populares en la alimentación de grandes sectores de la población humana, es necesario evaluar el valor nutritivo de su proteína con el fin de mejorarla, tanto en términos de calidad como de cantidad. La determinación de la calidad de la proteína por medio de ensayos biológicos de alimentos con una concentración proteínica inferior a 10% presenta problemas, ya que según ha sido establecido por los métodos del Índice de eficiencia proteínica (PER) y de utilización proteínica neta (NPU), no es posible preparar dietas con 10% de proteína.

Se presenta un método desarrollado con el fin de estudiar la respuesta entre consumo proteínico y aumento ponderal en ratas alimentadas con dietas que aportan niveles de proteína de 0 a 7 u 8% de proteína. Esa respuesta es lineal, por lo que permite calcular el índice de regresión entre los dos parámetros, siendo dicho índice el valor de la calidad de la proteína bajo estudio. Mientras más alto es el índice, mejor es la calidad de la misma.

La calidad de la proteína de varias selecciones de arroz y de maíz ha

- 1 Parte de este trabajo fue dado a conocer oralmente en la II Reunión de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición y II Congreso de la Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología, con la adhesión de la Sociedad Chilena de Tecnología de Alimentos, Viña del Mar, Chile, del 2 al 6 de diciembre de 1970.
- 2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
- 3 Jefe de la citada División.
- 4 Becario, por cuenta propia, en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto, quien realiza su trabajo de tesis previo a optar el título de Químico de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Publicación INCAP- E-714.

Recibido: 7-3-73.

sido determinada con este método, el cual se está aplicando también a las harinas de yuca y de papa.

El estudio de evaluación de que se da cuenta reveló una relación inversa entre el contenido de proteína de los cereales y la calidad proteínica, relación ésta que no se puede detectar haciendo el estudio al nivel máximo posible de proteína en la dieta. En este trabajo se presenta el método en todos sus detalles, y se interpretan los resultados obtenidos.

## INTRODUCCION

Existen varios métodos biológicos que se utilizan en la evaluación del valor nutritivo de la proteína, como son el índice de eficiencia proteínica (1), el procedimiento conocido como utilización proteínica neta (2, 3) —identificados comúnmente con las siglas PER Y NPU— respectivamente, y otros (4). Para la aplicación de estos métodos se han establecido condiciones experimentales estandarizadas, con el propósito de que su empleo permita comparar los resultados obtenidos, no sólo entre diversas fuentes de proteína, sino también entre los diferentes laboratorios (5-9). Además, es requisito indispensable que la proteína sea la única variable en la dieta. Una de las condiciones establecidas para los métodos de uso más común, es decir, el PER y el NPU, es que la prueba se realice a un nivel de 10% de proteína en la dieta, nivel que fue seleccionado con base en numerosos estudios sobre la relación existente entre la concentración proteínica y el valor nutritivo de la proteína (10). En esos estudios se encontró que en la mayor parte de los casos, el valor nutritivo máximo tendía a ocurrir al nivel de 10%, principalmente en las proteínas de buena calidad (5). Este valor representa, pues, el punto de utilización máxima de la proteína bajo estudio, con miras a cubrir principalmente las necesidades de crecimiento y de mantenimiento del animal joven. Para obtener valores más representativos, se ha propuesto un nivel de 9% de proteína en la dieta (8). Esta concentración permite la aplicación del método a aquellos alimentos que contienen menos de 10% de proteína.

Uno de los problemas en el empleo de cualquiera de estos métodos es que no pueden ser usados estrictamente en el caso de todos los alimentos, ya que muchos de éstos, sobre todo los que consumen en mayores cantidades la gran mayoría de los

habitantes del mundo, contienen menos de 10% de proteína. Por consiguiente, si los métodos señalados antes se usan con alimentos que tienen ese contenido proteínico o aún menor, el verdadero valor de la proteína del alimento se subestima: los valores a menor o mayor concentración proteínica, son menores que el obtenido al nivel de 10%.

En vista de estas consideraciones, se contempló la posibilidad de evaluar la calidad de la proteína del alimento con menos de 10% de este nutriente, utilizando el método propuesto por Allison y Anderson (11) y por Allison (12), el cual se conoce como el índice de nitrógeno/crecimiento. En pocas palabras, este método relaciona la tasa de crecimiento del animal con la ingesta de nitrógeno, existiendo una respuesta lineal entre ambos parámetros cuando la ingesta de nitrógeno es baja. La relación se ajusta a la ecuación  $\underline{Y} = \underline{a} + \underline{b}x$ , donde  $\underline{x}$  es ingesta,  $\underline{Y}$  es peso,  $\underline{a}$  representa el cambio en peso cuando la dieta no contiene nitrógeno, y  $\underline{b}$  la tasa de cambio entre la ganancia ponderal y el nitrógeno o proteína ingerida, o sea un índice de utilización proteínica.

En la práctica es factible derivar esta relación valiéndose de una serie de dietas cuyo contenido proteínico sea de 0%, hasta el máximo posible, determinado por la concentración proteínica en el alimento. Básicamente, el método constituye una adaptación del índice de balance nitrogenado, con la diferencia de que en vez de medir la retención de nitrógeno, mide el aumento en peso, o bien el nitrógeno depositado en el organismo animal.

## MATERIALES Y METODOS

En este trabajo se describe la aplicación del concepto precedente en la determinación de la calidad de la proteína de: a) tres selecciones de arroz: INTAN, IR8LP e IR8HP con contenidos proteínicos de 5.68, 7.32 y 9.73, respectivamente; b) cuatro selecciones de maíz: azotea, blanco, opaco-2 y harinoso-2, cuyo contenido de proteína es de 6.58, 9.00, 10.00 y 11.10%, en ese orden; c) una muestra de harina de papa, y d) una muestra de harina de yuca con 10.00% y 1.40% de proteína, respectivamente.

El método consistió en agregar a la dieta basal descrita en el Cuadro No. 1, cantidades del alimento bajo estudio equivalentes a: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8% de proteína, si el contenido proteínico del alimento bajo estudio lo permitía.

El peso del alimento substituye un peso igual de almidón de maíz. Además las dietas fueron suplementadas con minerales (13), vitaminas (14) y calorías, a modo de cubrir ampliamente las necesidades nutricionales de la rata en proceso de crecimiento.

Se integraron grupos de 8 a 10 ratas recién destetadas, raza Wistar de la colonia del INCAP, ofreciéndoles *ad libitum* tanto las dietas como el agua. Los animales fueron alojados en jaulas individuales de tela metálica, con fondo levantado. Se recabaron también semanalmente, datos sobre cambios en peso y de consumo de alimento, por un total de 28 días.

CUADRO Nº 1

COMPOSICION DE LA DIETA BASAL USADA EN EL ESTUDIO DE EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA PROTEINA DEL ARROZ, DEL MAIZ, Y DE OTROS ALIMENTOS DE BAJO CONTENIDO PROTEINICO

| Alimentos                                | %         |
|------------------------------------------|-----------|
| Almidón de maíz                          | 90        |
| Mezcla mineral*                          | 4         |
| Aceite refinado de semilla<br>de algodón | 5         |
| Aceite de hígado de<br>bacalao           | 1         |
|                                          | <hr/> 100 |
| Solución de vitamina**                   | 5 ml      |

\* Sales minerales Hegsted (13), Nutritional Biochemical Corporation, Cleveland, Ohio.

\*\* Manna & Hauge (14).

Con base en los datos de nitrógeno ingerido y de los de cambios en cuanto a peso, se calculó la regresión de proteína ingerida y el cambio en peso, siendo el coeficiente de regre-

sión el índice del valor nutritivo de la proteína bajo estudio. Con miras a determinar cuánto tiempo era necesario para obtener diferencias entre las proteínas sometidas a estudio, los índices de regresión fueron calculados cada 7 días. Con propósitos comparativos se llevaron a cabo también estudios para determinar el PER, utilizando 90% del alimento en la dieta. Esos resultados fueron comparados con dietas de caseína que suministraban la misma cantidad de proteína. Por otra parte, en algunos experimentos los animales fueron analizados para establecer su contenido de nitrógeno al finalizar la investigación.

Para los análisis de nitrógeno, tanto en la dieta como en el carcás de los animales, se utilizó el método de la AOAC (15). Para la determinación de lisina se usó el método de Conkerton y Frampton (16).

## RESULTADOS

La Figura 1 muestra una respuesta linear entre el nitrógeno o proteína ingerida y el aumento en peso, siendo la correlación altamente significativa entre ambas variables. Dicha relación es linear en la región de 0 a 5% de proteína.

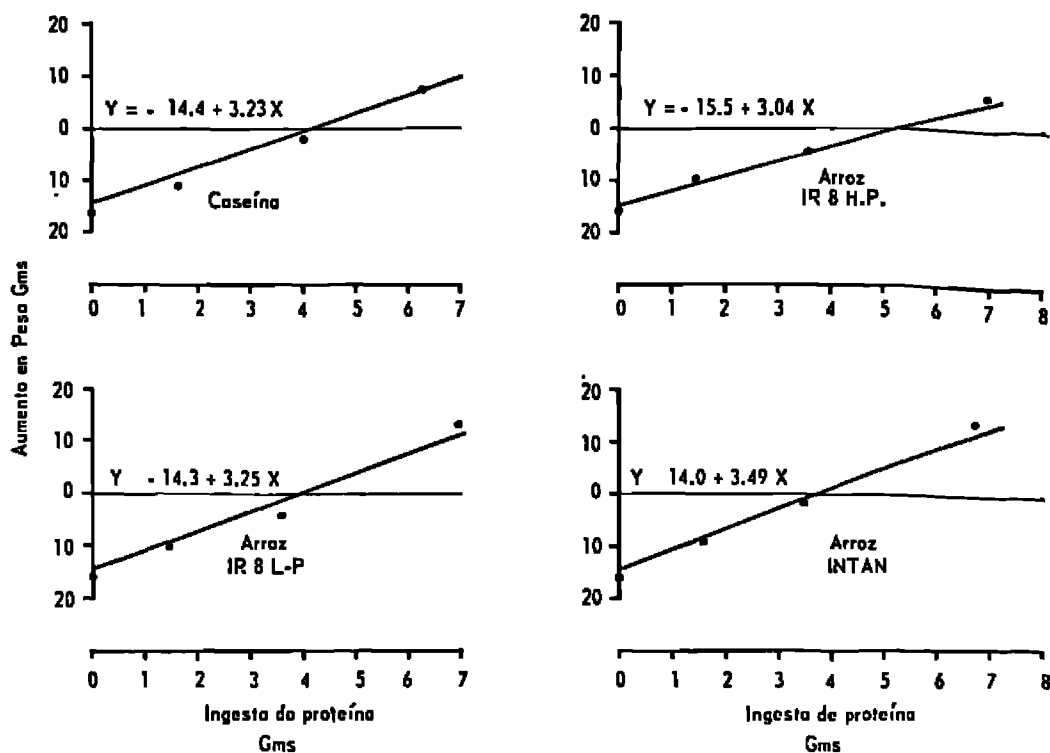


Figura 1. Índice de nitrógeno y aumento ponderal obtenidos con diferentes variedades de arroz.

Los resultados obtenidos con las tres muestras de arroz analizadas, se resumen en el Cuadro No. 2. Estos datos indican que las tres variedades difirieron en cuanto a valor proteínico, siendo superior la muestra que contenía menos cantidad de proteína. De nuevo, las correlaciones entre la proteína ingerida y el aumento ponderal fueron altamente significativas. Puede observarse también que el contenido de lisina, expresado en mg/g N, disminuye conforme el contenido de proteína aumenta. Los resultados obtenidos de la evaluación de las tres muestras de arroz usando el método convencional del PER —y su respectivo control de caseína— se muestran en el Cuadro No. 3. Según se aprecia, los datos correspondientes a las tres muestras no acusan diferencias en cuanto a calidad proteínica conforme fueron clasificados, esto es, a partir de los hallazgos que se presentan en el Cuadro No. 2.

#### CUADRO Nº 2

CONTENIDO DE PROTEINA, LISINA Y ECUACIONES DE REGRESION ENTRE NITROGENO INGERIDO (NI) Y AUMENTO PONDERAL (P) DE RATAS ALIMENTADAS CON TRES MUESTRAS DE ARROZ Y CASEINA

| Muestra | Proteína<br>g % | Lisina<br>mg/g N | Ecuación de regresión          | r      |
|---------|-----------------|------------------|--------------------------------|--------|
| INTAN   | 5.7             | 254              | $P = -14.05 + 3.49 \text{ NI}$ | 0.98** |
| IR8LP   | 7.3             | 224              | $P = -14.35 + 3.25 \text{ NI}$ | 0.97** |
| IR8HP   | 9.7             | 220              | $P = -15.46 + 3.04 \text{ NI}$ | 0.98** |
| Caseína | 90.0            | 504              | $P = -14.44 + 3.23 \text{ NI}$ | 0.99** |

r = Coeficiente de correlación.

\*\* Altamente significativo ( $P < 0.01$ ).

Ya que el peso es el resultado de cambios en composición corporal, en el estudio con arroz las ratas fueron analizadas para determinar su contenido de nitrógeno. Luego, estos datos fueron usados para calcular la regresión entre el nitrógeno ingerido y el que contenía el cuerpo del animal, así como entre la ganancia ponderal y el nitrógeno del carcás, a los diferentes niveles en que se usó en la dieta. Los resultados de estos ensayos se dan a conocer en el Cuadro No. 4, y de nuevo indican que entre el valor proteínico y el contenido de pro-

teína existe una relación inversa. Estas ecuaciones de regresión catalogan a las tres muestras de arroz estudiadas en el mismo orden en que fueron clasificadas, es decir, según el aumento en peso y la proteína ingerida.

El Cuadro No. 5 muestra las ecuaciones de regresión entre el incremento de peso y el aumento de nitrógeno en el carcás, al igual que entre el peso total y el nitrógeno total del carcás. A semejanza del Cuadro No. 4, los resultados una vez más destacan la diferencia de las tres muestras de arroz en cuanto a valor proteínico.

Los datos obtenidos con las dietas elaboradas con las muestras de maíz se resumen en el Cuadro No. 6. En este caso es necesario analizar los resultados clasificando las muestras en dos grupos: el primero formado por los maíces comunes, o sea el blanco y el azotea, y el segundo, por el harinoso-2 y el opaco-2.

En el primer grupo el valor nutritivo del maíz con menor contenido proteínico es ligeramente superior que el de mayor concentración, y lo mismo ocurre con las otras muestras, esto es, con el opaco-2 y el harinoso-2. En este caso, los valores de calidad proteínica son más altos de los que generalmente se obtienen usando el método corriente del PER. Sin embargo, en relación con la caseína, los valores son similares a los obtenidos con el método corriente, o sea usando el nivel proteínico máximo que la muestra permita. Los hallazgos resultantes de los ensayos en que se utiliza harina de papa y yuca, se detallan en el Cuadro No. 7. La primera tenía un contenido proteínico de 10.0%, y la segunda (yuca), 1.4%. A juzgar por los coeficientes de regresión obtenidos, en este ejemplo la calidad de la proteína de la papa es superior a la de la yuca.

El Cuadro No. 8 muestra las ecuaciones de regresión entre el nitrógeno ingerido y la ganancia ponderal correspondientes a diferentes experimentos en los cuales se usó caseína como control. Según puede apreciarse, la reproducibilidad de los resultados obtenidos es satisfactoria, lo que indica poca variación con respecto a los valores de  $\underline{b}$ , que en estas ecuaciones representa el índice de utilización proteínica. Estudios recientes han indicado que el método es muy sensible a pequeñas diferencias en el contenido del aminoácido esencial limitante en la proteína bajo estudio.

## CUADRO Nº 3

AUMENTO PONDERAL (P) DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS QUE CONTENIAN 90% DE ARROZ, E INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER)

| Fuente de proteína       | Proteína en la dieta % | Promedio de ganancia en peso g/28 días | PER           |
|--------------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------|
| INTAN                    | 5.50*                  | 35 ± 2.1**                             | 2.04 ± 0.04** |
| Caseína                  | 5.50                   | 34 ± 3.0                               | 2.20 ± 0.19   |
| IR8LP (7.3% de proteína) | 6.70*                  | 46 ± 5.2                               | 2.02 ± 0.12   |
| Caseína                  | 6.80                   | 44 ± 5.7                               | 1.96 ± 0.15   |
| IR8HP (9.7% de proteína) | 8.80*                  | 68 ± 2.8                               | 2.02 ± 0.06   |
| Caseína                  | 8.40                   | 79 ± 6.7                               | 2.57 ± 0.13   |
| Caseína                  | 10.0                   | 114 ± 9.0                              | 2.94 ± 0.12   |

\* Cantidad aportada por 90% de arroz en la dieta.

\*\* Error estándar.

## CUADRO Nº 4

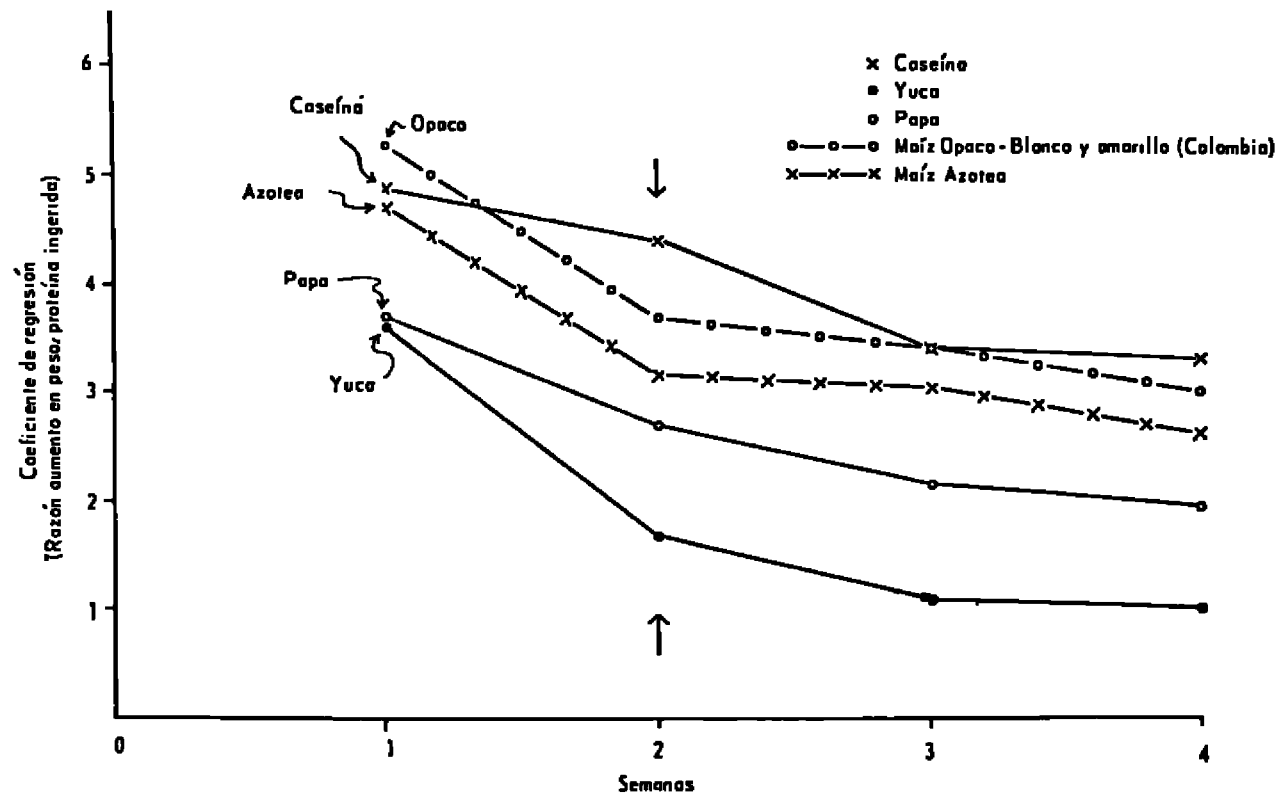
CONTENIDO DE PROTEINA, LISINA Y ECUACIONES DE REGRESION ENTRE NITROGENO INGERIDO (NI) Y NITROGENO EN EL CARCAS (NC), Y ENTRE AUMENTO PONDERAL (P) Y NITROGENO EN EL CARCAS (NC) DE RATAS ALIMENTADAS CON ARROZ Y CASEINA

| Muestra | Proteína g % | Lisina mg/g N | Ecuación de regresión | r      |
|---------|--------------|---------------|-----------------------|--------|
| INTAN   | 5.7          | 254           | NC = 0.90 + 0.49 NI   | 0.96** |
| IR8LP   | 7.3          | 224           | NC = 0.94 + 0.47 NI   | 0.96** |
| IR8HP   | 9.7          | 220           | NC = 0.96 + 0.36 NI   | 0.91** |
| Caseína | 90.0         | 504           | NC = 0.89 + 0.53 NI   | 0.93** |
| <hr/>   |              |               |                       |        |
| INTAN   | 5.7          | 254           | NC = 1.17 + 0.022 P   | 0.95** |
| IR8LP   | 7.3          | 224           | NC = 1.27 + 0.022 P   | 0.99** |
| IR8HP   | 9.7          | 220           | NC = 1.24 + 0.017 P   | 0.96** |
| Caseína | 90.0         | 504           | NC = 1.27 + 0.025 P   | 0.99** |

r = Coeficiente de correlación.

\*\* Altamente significativo (P < 0.01).

|         |                      |                       |                       |                       |
|---------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Caseína | $Y = -6.01 + 4.83 X$ | $Y = -10.22 + 4.38 X$ | $Y = -11.67 + 3.48 X$ | $Y = -14.53 + 3.30 X$ |
| Papa    | $Y = -6.85 + 3.62 X$ | $Y = -9.89 + 2.69 X$  | $Y = -12.57 + 2.14 X$ | $Y = -13.53 + 1.91 X$ |
| Yuca    | $Y = -7.20 + 3.58 X$ | $Y = -11.23 + 1.68 X$ | $Y = -12.90 + 1.12 X$ | $Y = -13.34 + 1.06 X$ |
| Opaco-2 | $Y = -8.26 + 5.24 X$ | $Y = -10.58 + 3.69 X$ | $Y = -13.47 + 3.35 X$ | $Y = -14.87 + 3.00 X$ |
| Azotea  | $Y = -7.80 + 4.52 X$ | $Y = -10.85 + 3.18 X$ | $Y = -13.87 + 3.02 X$ | $Y = -14.76 + 2.59 X$ |



Incap 73-234

Figura 2. Coeficientes de regresión de las proteínas calculados a los 7, 14, 21 y 28 días de experimentación.

CUADRO Nº 5

ECUACIONES DE REGRESION ENTRE EL AUMENTO PONDERAL (X) Y NITROGENO GANADO EN EL CARCAS (NGC) (Y) Y ENTRE PESO TOTAL (X) Y NITROGENO TOTAL EN EL CARCAS (NTC) (Y)

|         |     |     |                                  |            |
|---------|-----|-----|----------------------------------|------------|
| INTAN   | (Y) | NGC | = 0.3598 + 0.0216 X (g/g)        | r = 0.9377 |
| IRBLP   | (Y) | NGC | = 0.4156 + 0.0216 X (por gr. l)  | r = 0.974  |
| IRBHP   | (Y) | NGC | = 0.4098 + 0.0176 X (por gr. l)  | r = 0.983  |
| Caseína | (Y) | NGC | = 0.3954 + 0.0253 X (por gr. l)  | r = 0.977  |
| <hr/>   |     |     |                                  |            |
| INTAN   | (Y) | NTC | = 0.122 + 0.022 X (g/g)          | r = 0.978  |
| IRBLP   | (Y) | NTC | = 0.1472 + 0.02248 X (g/g)       | r = 0.9791 |
| IRBHP   | (Y) | NTC | = 0.26572 + 0.01999 X (g/g)      | r = 0.9411 |
| Caseína | (Y) | NTC | = 0.0412 + 0.0258 X (peso total) | r = 0.9714 |

r = Coeficiente de correlación.

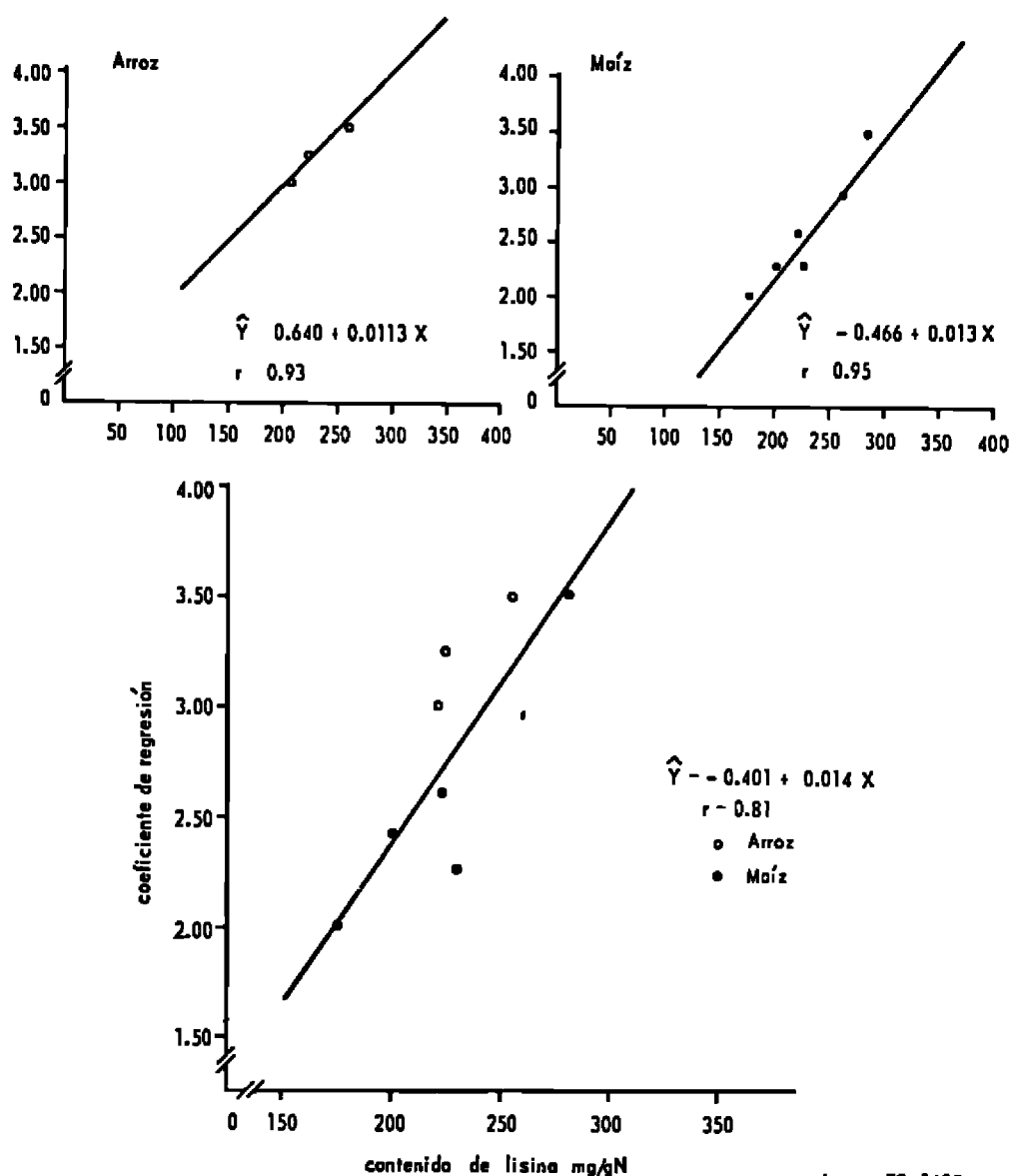
CUADRO Nº 6

ECUACIONES DE REGRESION ENTRE NITROGENO INGERIDO (NI) Y AUMENTO PONDERAL (P) DE RATAS ALIMENTADAS CON SEIS MUESTRAS DE MAIZ Y CASEINA

| Muestra                                 | Proteína g/100 | Lisina mg/g N | Ecuación de regresión | r      |
|-----------------------------------------|----------------|---------------|-----------------------|--------|
| Maíz azotea                             | 10.7           | 222           | P = -14.9 + 2.58 NI   | 0.93** |
| Maíz azuleo                             | 6.58           | 22            | P = -1.17 + 2.1 NI    | 0.93** |
| Maíz blanco                             | 9.0            | 175           | P = -13.33 + 2.0 NI   | 0.92** |
| <hr/>                                   |                |               |                       |        |
| Maíz opaco-2                            | 10.0           | 281           | P = -14.04 + 3.72 NI  | 0.97** |
| Maíz opaco-2 blanco y amarillo Colombia | 10.0           | 261           | P = -14.48 + 2.94 NI  | 0.90** |
| Maíz harinoso-2                         | 11.1           | 200           | P = -13.35 + 2.28 NI  | 0.94** |
| <hr/>                                   |                |               |                       |        |
| Caseína                                 | 90.0           | 04            | P = -15.34 + 3.7 NI   | 0.97** |

r = Coeficiente de correlación.

\*\* Altamente significativo (P < 0.01).



**Figura 3.** Relación entre el contenido de lisina y el coeficiente de regresión (b) de ratas alimentadas con niveles de 0, 1, 2, 3, 4 y 5% de proteína de muestras de arroz y de maíz.

## CUADRO N° 7

ECUACIONES DE REGRESION ENTRE NITROGENO INGERIDO (NI) Y AUMENTO PONDERAL (P) DE RATAS ALIMENTADAS CON HARINA DE PAPA Y HARINA DE YUCA

| Muestra        | Proteína<br>g % | Ecuación de regresión          | r      |
|----------------|-----------------|--------------------------------|--------|
| Harina de papa | 10.0            | $P = -13.53 + 1.91 \text{ NI}$ | 0.91** |
| Harina de yuca | 1.4             | $P = -13.34 + 1.0 \text{ NI}$  | 0.33** |

r = Coeficiente de correlación.

\*\* Altamente significativo ( $P < 0.01$ ).

## CUADRO N° 8

ECUACIONES DE REGRESION ENTRE NITROGENO INGERIDO (NI) (X) Y AUMENTO PONDERAL (Y) (para caseína)

|                   |                              |            |
|-------------------|------------------------------|------------|
| Y (peso ganado) = | $-15.34 + 3.70 \text{ X NI}$ | r = 0.97** |
| Y (peso ganado) = | $-14.44 + 3.23 \text{ X NI}$ | r = 0.99** |
| Y (peso ganado) = | $-9.60 + 3.13 \text{ X NI}$  | r = 0.97** |
| Y (peso ganado) = | $-14.53 + 3.30 \text{ X NI}$ | r = 0.96** |

r = Coeficiente de correlación.

\*\* Altamente significativo ( $P < 0.01$ ).

Las curvas resultantes del cálculo semanal de los índices de utilización proteínica para varias de las proteínas estudiadas se ilustran en la Figura 2. Dichas curvas revelan dos aspectos de interés: en primer lugar, y a semejanza de otros métodos de evaluación proteínica, los índices disminuyen hasta la tercera semana, y luego permanecen relativamente constantes hasta la cuarta semana. En segundo lugar, a los 14 días ya es posible hacer una distinción entre la calidad de las proteínas y que, en el presente caso, fueron: caseína, maíz opaco, maíz azotea, papa y yuca.

La Figura 3 muestra la relación existente entre el contenido de lisina y el coeficiente de regresión (b) de ratas jóvenes alimentadas con muestras de arroz y de maíz que contenían niveles de 0, 1, 2, 3, 4 y 5% de proteína.

Salta a la vista la correlación altamente positiva, tanto para las muestras de arroz y maíz consideradas individualmente, como para todas las muestras reunidas. En el caso del arroz, la correlación fue significativa al nivel del 5%; en el del maíz o de todas las muestras juntas (arroz y maíz), esa correlación fue significativa al nivel del 1%.

## DISCUSION

El análisis de los resultados, sobre todo de los obtenidos con cereales, especialmente con arroz, revela que el coeficiente de regresión está altamente correlacionado con el contenido de lisina de estos alimentos, aminoácido que, se sabe, limita la calidad de los mismos (17, 18). A su vez, la concentración de lisina está inversamente relacionada con la concentración de proteína, la que generalmente aumenta debido a incrementos en las prolaminas de los cereales (19-22). Según hecho establecido, estas últimas son deficientes en lisina, lo que explica la correlación entre el valor proteínico y la concentración determinada (23). A pesar de que también en el caso de las muestras de maíz la aplicación del método permite separarlas según su nivel de lisina, esto es, de menor a mayor concentración, la respuesta no es tan definitiva como en el caso de las muestras de arroz. Es probable que ello se deba a que la proteína del maíz también es deficiente en triptofano (18, 24), aminoácido que puede no necesariamente guardar la misma relación con la lisina en todas las muestras de maíz estudiadas. En todo caso, el maíz con el mayor contenido de dicho aminoácido acusó el valor más alto, y el de menor contenido, el índice de calidad más bajo.

En realidad, el coeficiente de regresión es la proporción entre aumento ponderal y proteína consumida, lo que no es sino la definición del PER. A pesar de que existen bases bien documentadas para afirmar que el método refleja la calidad proteínica, se considera necesario evaluarlo aún con mayor número de alimentos y estudiar también varios factores que

podrían afectar esos valores. Asimismo, debe tenerse plena seguridad de que el incremento ponderal se debe a un aumento proporcional en composición corporal total y no solo en deposición de grasa o de agua a expensas de proteína. Esto podría ocurrir con proteínas que además de las deficiencias en aminoácidos esenciales, tienen patrones de éstos, carentes de balance. Los datos colectados cada 7 días se presentan en la Figura 2, y demuestran que no es necesario que el estudio cubra un período de más de 2 semanas, ya que durante el tiempo señalado los valores se estabilizan y se mantienen las diferencias en calidad. Se estima necesario indicar que, al término de los 28 días, el índice de utilización obtenido fue más alto que el del PER. Sin embargo, este hallazgo era de esperar, ya que también el PER y cualquier otro índice de calidad dé valores más elevados mientras menor es el tiempo de experimentación (5).

Desde el punto de vista práctico, el tiempo de experimentación necesario para detectar diferencias en la calidad proteínica es importante por dos razones. En primer término, porque permite conocer los resultados en un tiempo más corto. En segundo lugar, porque la cantidad de material requerida para el estudio es menor, hecho éste de importancia en ciertos programas de investigación, sobre todo en los que persiguen el mejoramiento de la calidad proteínica de los cereales y las leguminosas. Es posible que el material necesario para aplicar el método propuesto pueda reducirse aún más si se usan ratas recién destetadas, sometidas previamente a una dieta de caseína de bajo contenido proteínico. Cabe también la posibilidad de que esta medida permita depletar las reservas proteínicas de estos animales y proporcionar diferencias claras en los índices de utilización proteínica a los 7 días de experimentación.

En conclusión, puede afirmarse que el método dado a conocer en este trabajo puede ser aplicado para evaluar la calidad de la proteína de alimentos bajos en la concentración de este nutriente. Los valores obtenidos por su medio reflejan el balance de aminoácidos esenciales, lo que en síntesis, es el objetivo de la evaluación de la calidad proteínica.

## SUMMARY

## Evaluation of the protein quality of foods of low protein quality content

Foods containing less than 10% protein are consumed in great amounts by large population groups. Because of their importance as sources of protein, it is necessary to evaluate more exactly their protein quality. Present biological methods for protein quality evaluation specify 9-10% protein in the diet to be fed; therefore, most foods with these or lower amounts of protein are not evaluated according to the standard procedure.

The present report describes a method by which the quality of low-protein containing foods can be evaluated. It consists in comparing the weight gained in 28 days in relation to the protein intake of diets containing from 0 to 7 or 8% protein in the diet. The response is linear which permits the calculation of a regression equation between protein intake and weight gain. The regression coefficient represents the quality of the protein.

The method was applied to various samples of rice and corn as well as to samples of potatoes and cassava.

Results obtained indicate an inverse relationship between protein content in the cereal grains and protein quality, relationship which was not evident when the conventional methods were applied.

## BIBLIOGRAFIA

1. Osborne, T. B., L. B. Mendel & E. L. Ferry. A method expressing numerically the growth promoting value of proteins. *J. Biol. Chem.*, 37: 223, 1919.
2. Miller, D. S. & A. E. Bender. The determination of the net utilization of protein by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, 9: 382-388, 1955.
3. Bender, A. E. Relation between protein efficiency and net protein utilization. *Brit. J. Nutr.*, 10: 135-143, 1956.
4. National Academy of Sciences-National Research Council. Evaluation of Protein Quality. Report of an International Conference, March 1963. Washington, D. C., National Academy of Sciences-National Research Council, 1963 (Publication 1100).
5. Braham, J. E., L. G. Elfas, S. de Zaghi & R. Bressani. Effect of protein level and duration of test on carcass composition, net protein utilization (NPU) and on protein efficiency ratio (PER). *Nutr. Diet*, 9: 99-111, 1967.
6. Morrison, A. B., Z. I. Sabry, N. T. Gridgeman & J. A. Campbell. Evaluation of protein in foods. 8. Influence of quality and quantity of dietary protein on net protein utilization. *Canad. J. Biochem. Physiol.*, 41: 275-281, 1963 (c.f. *Nutr.*, *Abst. Revs.* 33: 1012 (Abst. 6135), 1963).
7. Morrison, A. B. & J. A. Campbell. Evaluation of protein in foods. V. Factors influencing the protein efficiency ratio of foods. *J. Nutrition*, 70: 112-118, 1960.

8. Campbell, J. A. Methodology of protein evaluation. A critical appraisal of methods for evaluation of protein in foods. Beirut, Lebanon, American University of Beirut, June, 1963, 104 p. (Publication Nº 21).
9. Chapman, D. G., R. Castillo & J. A. Campbell. Evaluation of protein in foods. 1. A method for the determination of protein efficiency ratios. *Canad. J. Biochem. Physiol.*, 37: 679-686, 1959.
10. Barnes, R. H. & D. K. Bosshart. The evaluation of protein quality in the normal animal. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 47: 273-296, 1946.
11. Allison, J. B. & J. A. Anderson. The relation between absorbed nitrogen, nitrogen balance, and biological value of proteins in adult dogs. *J. Nutrition*, 29: 413-420, 1945.
12. Allison, J. B. Biological evaluation of proteins. *Physiol. Revs.*, 35: 664-700, 1965.
13. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
14. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B<sub>12</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
15. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 9th ed. Washington, D. C., 1960.
16. Conkerton, E. J., & V. L. Frampton. Reaction of gossypol with free epsilon amino groups of lysine in proteins. *Arch. Biochem. Biophys.* 81: 130-134, 1959.
17. Pecora, L. J. & J. M. Hundley. Nutritional improvement of white polished rice by the addition of lysine and threonine. *J. Nutrition*, 44: 101-112, 1951.
18. Bressani, R., L. G. Elías & J. E. Braham. Suplementación con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 123-134, 1968.
19. Cagampang, G. B., L. J. Cruz, S. G. Espiritu, R. G. Santiago & B. O. Juliano. Studies on the extraction and composition of rice proteins. *Cereal Chem.*, 43: 145-155, 1966.
20. Gómez Brenes, R. A., L. G. Elías & R. Bressani. Efecto del proceso de maduración del maíz sobre su valor nutritivo. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 65-79, 1968.
21. Bressani, R. & R. Conde. Changes in the chemical composition and in the distribution of nitrogen of maize at different stages of development. *Cereal Chem.*, 38: 76-84, 1961.
22. Evans. J. W. Changes in the biochemical composition of the corn kernel during development. *Cereal Chem.*, 18: 468-473, 1941. (c. f. *Chem. Abst.*, 35: item 6619, 1941).
23. Hogan, A. G., G. T. Gillespie, O. Koctürk, B. L. O'Dell, & L. M. Flynn. The percentage of protein in corn and its nutritional properties. *J. Nutrition*, 57: 225-239, 1955.
24. Bressani, R., L. G. Elías, M. Santos, D. Navarrete & N. S. Scrimshaw. El contenido de nitrógeno y de aminoácidos esenciales de diversas selecciones de maíz. *Arch. Venezol. Nutr.*, 10: 85-100, 1960.