Suplementación del arroz con concentrados proteicos[1]

LUIZ G. ELÍAS[2], ROBERTO JARQUÍN[2], RICARDO BRESSANI[3]
CONSTANTINO ALBERTAZZI[4]
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se describe un estudio en el que se suplementó la harina de arroz con distintos concentrados proteicos, con el objeto de corregir —en este cereal— su deficiencia de ciertos aminoácidos esenciales.

Los concentrados proteicos utilizados para ese propósito fueron los siguientes: harina de torta de semilla de algodón de alta calidad, harina de frijol de soya, harina de pescado, leche descremada, caseína y levadura torula, así como una combinación de esta última y harina de soya.

La evaluación del valor nutritivo del suplemento se llevó a cabo a partir del índice de eficiencia proteica (PER).

De todos los concentrados proteicos usados, la caseína demostró ser el mejor suplemento, siguiéndole en orden de eficiencia de suplementación la harina de pescado; la levadura torula y la harina de soya. Por último, puede clasificarse la harina de algodón y la leche descremada dentro de un tercer grupo, en lo que a eficiencia de suplementación concierne. En cuanto a la combinación de levadura torula y harina de soya utilizada, se determinó que con la adición de 5% de cada uno de estos concentrados se obtenía el mejor índice de eficiencia proteica del alimento.

Se considera que el efecto benéfico de estos suplementos está correlacionado principalmente con la cantidad y disponibilidad de los aminoácidos esenciales en que es deficiente la proteína del arroz, y con la concentración proteica de los propios suplementos.

---

1. Esta investigación se llevó a cabo con fondos provistos por la Fundación W. K. Kellogg. Publicación INCAP E-388.
2. Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
3. Jefe de la citada División.
4. Estadístico Asistente de la División de Estadística del INCAP.
Recibido: 10-8-1967

El arroz, después del maíz y del frijol, ocupa un lugar predominante en la dieta de consumo habitual de los pueblos del área centroamericana, particularmente en Costa Rica y Panamá (3, 4, 13, 14). Asimismo, este cereal es un elemento de importancia en los patrones alimentarios de otras regiones del mundo (9). Por lo tanto, todos los estudios encaminados a mejorar su valor nutritivo han de traducirse en resultados de grandes beneficios para las poblaciones que acostumbran su consumo.

El valor biológico de la proteína del arroz es susceptible de mejorar ya sea suplementándola con los aminoácidos esenciales en los cuales es deficiente (6, 7, 11, 12), o por el agregado de otros alimentos que los contengan (8, 15, 16). Desde el punto de vista práctico, la adición de otros alimentos ricos en proteína tiene la ventaja de que por este procedimiento se logra corregir tales deficiencias y se incrementa también el contenido proteico de la dieta.

A partir de estas consideraciones, el presente trabajo se llevó a cabo con el objeto de estudiar el efecto del agregado de diversos concentrados proteicos sobre el valor nutritivo de la harina de arroz.

MATERIAL Y METODOS

La harina de arroz usada en todos los experimentos fue obtenida en Guatemala. Dicha harina se preparó con arroz pulido, finamente molido.

Los concentrados proteicos utilizados con fines de suplementación fueron los siguientes: harinas de torta de semilla de algodón de alta calidad[5], de frijol de soya[6] y de pescado[7], leche descremada[8], levadura torula[9], caseína[10] y una combinación de levadura torula y harina de soya. El contenido de proteína y de lisina, treonina y metionina de estos concentrados se detalla en el Cuadro Nº 1.

5. Borgonovo Hnos., Zacatecoluca, República de El Salvador.
6. General Mills, Minneapolis, Minn., Estados Unidos de América.
7. Viobin Corporation, Monticello, Ill., EE.UU.
8. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).
9. Lake State Yeast Corporation, Rhinelander, Wisconsin, EE.UU.
10. N. B. Co., Cleveland, Ohio, EE.UU.

CUADRO Nº 1

CONTENIDO DE PROTEINA Y DE CIERTOS AMINOACIDOS EN CONCENTRADOS PROTEICOS USADOS COMO SUPLEMENTOS A LA HARINA DE ARROZ

Suplemento	Proteína %	Lisina	Metionina	Treonina
		g/16 gN		
Harina de algodón (18)	50.2	3.45 [1]	2.16 [2]	3.89
Leche descremada (19)	35.6	7.94	3.41 [2]	4.70
Harina de soya (19)	50.0	6.32	3.12 [2]	3.94
Harina de pescado (19)	82.5	9.71	2.66	5.76
Caseína (19)	91.2	8.06	3.49 [2]	4.30
Levadura torula (20)	50.0	8.00	2.20 [2]	6.00
Harina de arroz	7.8	3.76	3.01 [2]	3.72

[1] Lisina libre.
[2] Metionina + cistina.

La dieta basal utilizada en todas las pruebas biológicas, expresada en gramos por ciento, era como sigue: harina de arroz, 76.0; minerales (5), 4.0; aceite de semilla de algodón, 5.0; aceite de hígado de bacalao, 1.0, y almidón de maíz en cantidades necesarias para completar 100 g de dieta. Los niveles de incorporación de los concentrados proteicos fueron: 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0, 12.0 y 14.0 g % de la dieta. Además, se agregaron 5 ml de una solución de vitaminas (10).

En el caso del experimento en que se agregó la combinación de levadura torula y harina de soya se usaron los mismos niveles que se indican arriba, de los cuales la mitad provenía de la harina de soya, y la otra mitad de la levadura torula. Se incluyeron dos grupos testigo: uno de ellos recibió la dieta de arroz suplementada con 10% de levadura torula, y el otro la misma dieta con el complemento de 10% de harina de soya.

Para las pruebas biológicas se usaron ratas blancas de la raza Wistar, de la colonia animal del INCAP, las que se alojaron en jaulas individuales de alambre, con pisos levantados de tela metálica. Cada grupo experimental consistió de 4 machos y 4 hembras. Los grupos se distribuyeron en tal forma

que el promedio de peso de cada grupo no difirió en más de un g; a todos ellos se les suministró *ad libitum*, tanto la comida como el agua. La duración de cada experimento fue de cuatro semanas, período en el que se llevó un registro semanal del aumento de peso de los animales, y del alimento consumido. Todas las dietas fueron analizadas para determinar su contenido de nitrógeno (1), y seguidamente, su índice de eficiencia proteica ("Protein Efficiency Ratio" = PER).

RESULTADOS

En el Cuadro Nº 2 se presentan los resultados obtenidos al suplementar la harina de arroz con harina de torta de semilla de algodón y con levadura torula. En el caso de la ha-

CUADRO Nº 2

SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON HARINA DE SEMILLA DE ALGODON Y LEVADURA TORULA

Harina de algodón %	Levadura torula %	Proteína en la dieta %	Ganancia de peso [1] g	Indice de eficiencia proteica [2]
—	—	5.8	30 ± 7 [3]	1.87 ± 0.19 [3]
2	—	7.1	40 ± 13	2.09 ± 0.44
4	—	8.1	60 ± 12	2.32 ± 0.23
6	—	9.5	64 ± 16	2.01 ± 0.28
8	—	10.4	93 ± 12	2.29 ± 0.14
10	—	11.3	99 ± 26	2.21 ± 0.24
12	—	12.3	120 ± 16	2.32 ± 0.13
14	—	13.1	133 ± 13	2.30 ± 0.07
—	2	5.9	36 ± 16	2.19 ± 0.84
—	4	7.3	68 ± 19	2.90 ± 0.50
—	6	7.8	95 ± 23	3.13 ± 0.33
—	8	8.2	108 ± 29	3.29 ± 0.30
—	10	9.9	122 ± 16	3.03 ± 0.16
—	12	11.0	137 ± 18	2.93 ± 0.25
—	14	11.9	132 ± 22	2.75 ± 0.21

1 Peso promedio inicial de las ratas alimentadas con: harina de semilla de algodón, 46 g; con levadura torula, 46 g.

2 Indice de eficiencia proteica = Aumento de peso/g de proteína consumida.

3 Desviación estándar.

rina de algodón, el agregado de 12% se tradujo en una mejora significativa, tanto en términos de ganancia de peso como de la eficiencia proteica del alimento. Con la dieta basal se obtuvo un incremento de peso total de 30 g, y un PER de 1.87, comparados con 120 y 2.32 g, respectivamente, resultantes del agregado, a la dieta, de 12% de harina de semilla de algodón. La adición de levadura torula, a los niveles de 8 y 10%, produjo un aumento ponderal de 108 y 122 g, y una eficiencia proteica de 3.29 y 3.03, respectivamente. La adición de mayores concentraciones de levadura torula no mejoró el PER de la dieta, aunque sí se observó incremento en la ganancia de peso.

El efecto del agregado de leche descremada y de harina de soya, a la harina de arroz, se detalla en el Cuadro Nº 3. En

CUADRO Nº 3
SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON LECHE DESCREMADA Y HARINA DE SOYA

Leche descremada %	Harina de soya %	Proteína en la dieta %	Ganancia de peso [1] g	Indice de eficiencia proteica [2]
—	—	5.8	21 ± 9 [3]	1.56 ± 0.50 [3]
2	—	7.2	35 ± 8	1.83 ± 0.40
4	—	7.9	54 ± 18	2.29 ± 0.46
6	—	8.3	75 ± 19	2.64 ± 0.34
8	—	9.1	102 ± 15	2.82 ± 0.18
10	—	9.8	117 ± 23	2.79 ± 0.24
12	—	10.2	135 ± 36	3.16 ± 0.31
14	—	10.6	138 ± 20	3.13 ± 0.22
—	2	6.1	42 ± 16	2.52 ± 0.38
—	4	8.3	58 ± 14	2.24 ± 0.41
—	6	9.3	91 ± 27	2.60 ± 0.30
—	8	9.5	116 ± 16	2.88 ± 0.26
—	10	11.2	130 ± 40	2.84 ± 0.34
—	12	12.3	151 ± 28	2.79 ± 0.23
—	14	12.9	144 ± 31	2.60 ± 0.25

[1] Peso promedio inicial de las ratas alimentadas con: leche descremada, 46 g; con harina de soya, 46 g.

[2] Indice de eficiencia proteica = Aumento de peso/g de proteína consumida.

[3] Desviación estándar.

lo que a la adición de leche descremada se refiere, los datos obtenidos parecen indicar que el nivel de 12% es la cantidad óptima de suplementación requerida, tanto en base del crecimiento de los animales como de la utilización de proteínas de la dieta. La eficiencia proteica que los animales acusaron con este nivel de suplementación fue de 3.16, en contraste con 1.40 que se constató en el grupo control. Por otro lado, la adición, a las distintas concentraciones, de harina de soya, elevó también gradualmente el incremento de peso de los animales. La máxima eficiencia proteica se obtuvo, sin embargo, con los niveles de 8 a 10% de harina de soya.

El Cuadro Nº 4 muestra los datos resultantes de suplementar la harina de arroz con harina de pescado y caseína. En

CUADRO Nº 4

SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON HARINA DE PESCADO Y CASEINA

Harina de pescado %	Caseína %	Proteína en la dieta %	Ganancia de peso [1] g	Indice de eficiencia proteica [2]
—	—	6.5	28 ± 13 [3]	1.70 ± 0.55 [3]
2	—	8.6	61 ± 16	2.24 ± 0.40
4	—	11.0	120 ± 16	2.55 ± 0.12
6	—	11.9	140 ± 32	2.70 ± 0.81
8	—	13.9	169 ± 39	2.58 ± 0.38
10	—	14.2	163 ± 38	2.60 ± 0.31
12	—	16.0	179 ± 45	2.47 ± 0.37
14	—	18.7	170 ± 36	2.17 ± 0.28
—	2	8.0	108 ± 18	3.20 ± 0.25
—	4	9.6	151 ± 17	3.35 ± 0.23
—	6	11.3	173 ± 36	3.22 ± 0.28
—	8	14.1	181 ± 41	2.73 ± 0.28
—	10	14.8	181 ± 36	2.60 ± 0.32
—	12	15.5	179 ± 40	2.60 ± 0.32
—	14	17.3	175 ± 43	2.44 ± 0.33

1 Peso promedio inicial de las ratas alimentadas con: harina de pescado, 50 g; con caseína, 50 g.

2 Indice de eficiencia proteica = Aumento de peso/g de proteína consumida.

3 Desviación estándar.

el primer caso, la adición de 6 a 8% de harina de pescado resultó en la mejor eficiencia proteica, comparado con los demás grupos experimentales. Asimismo, el aumento ponderal de las ratas también sugiere que estos dos niveles son los óptimos desde el punto de vista de este parámetro.

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente ensayo, el agregado de 4 a 6% de caseína tuvo como resultado el mejor índice de eficiencia proteica. La adición de niveles más altos de este suplemento no indujo un PER superior, aunque sí se pudo notar un ligero aumento en cuanto al peso a partir de la concentración de 6%. Con base en estos hallazgos podría, pues, sugerirse este nivel (6%) como la cantidad óptima de suplementación.

Los datos del experimento en cuyo desarrollo se utilizaron partes iguales de levadura torula y de harina de frijol de soya para complementar la harina de arroz, se sumarizan en el Cuadro Nº 5. Según se aprecia, el mejor índice de eficiencia proteica, comparado con los demás grupos experimentales, se obtuvo con la adición de 5% de levadura torula y 5% de

CUADRO Nº 5

SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON LEVADURA TORULA Y HARINA DE SOYA

Harina de soya %	Levadura torula %	Proteína en la dieta %	Ganancia de peso [1] g	Indice de eficiencia proteica [2]
—	—	6.5	35 ± 14 [3]	1.83 ± 0.59 [3]
1	1	7.8	64 ± 26	2.34 ± 0.58
2	2	8.4	79 ± 20	2.44 ± 0.22
3	3	9.2	105 ± 23	2.72 ± 0.26
4	4	10.4	118 ± 31	2.61 ± 0.24
5	5	10.9	154 ± 30	2.81 ± 0.18
6	6	12.2	146 ± 15	2.70 ± 0.14
7	7	12.9	160 ± 36	2.65 ± 0.38
10	—	11.4	139 ± 22	2.65 ± 0.16
—	10	11.3	143 ± 29	2.71 ± 0.25

[1] Peso promedio inicial de las ratas: 45 g.

[2] Indice de eficiencia proteica = Aumento de peso/g de proteína consumida.

[3] Desviación estándar.

harina de soya. En este caso también el incremento ponderal parece sugerir que ésta es la mejor combinación de los dos suplementos utilizados. El agregado individual de 10% de levadura torula o de harina de soya produjo una ganancia de peso similar, no obstante que el PER fue ligeramente superior cuando la dieta se enriqueció con levadura torula.

DISCUSION

Según los resultados obtenidos por Kik (11), la lisina es el aminoácido limitante en primer lugar en las proteínas del arroz, ocupando la treonina el segundo puesto en orden de deficiencia. Por otro lado, diversos estudios de otros investigadores (12) señalan que la lisina y la treonina son igualmente limitantes, y que solamente la adición simultánea de estos dos aminoácidos se traduce en una mejora del valor nutritivo de las proteínas del arroz.

Los estudios de Sure (17) indicaron que podría obtenerse una mejora adicional al agregar metionina a la dieta de arroz suplementada con lisina y treonina.

A partir de estos hallazgos puede considerarse que, en parte, el efecto benéfico de la suplementación del arroz con los concentrados proteicos usados en el presente ensayo está correlacionado con la cantidad y disponibilidad de los aminoácidos esenciales deficientes en la proteína de dicho cereal. Esta aseveración la confirman las correlaciones entre el contenido de lisina de los suplementos y el índice de eficiencia proteica óptimo encontrado. Por otro lado, también existe una buena correlación entre el PER y el contenido de treonina de los suplementos. En el primer caso, la correlación fue de 0.76, mientras que en el segundo ésta alcanzó 0.73, siendo ambas altamente significativas.

De todos los concentrados proteicos que se utilizaron en el presente trabajo, la caseína demostró ser el mejor suplemento desde el punto de vista de los parámetros medidos. Asimismo, según lo indica el Cuadro Nº 6, los niveles de caseína que se revelaron como óptimos fueron menores que los de todos los demás suplementos, con excepción del concentrado de proteína de pescado. En el orden de eficiencia de suplementación, la harina a base de este último producto

CUADRO Nº 6

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA SUPLEMENTACION DEL ARROZ CON PROTEINAS DE DIVERSAS FUENTES

Suplemento	Cantidad óptima %	Proteína adicional g	Indice de eficiencia proteica	
			sin suplemento	con suplemento
Harina de semilla de algodón	12	6	1.87	2.32
Levadura torula	8	4	1.87	3.29
Leche descremada	12	4	1.56	3.16
Harina de soya	8	4	1.56	2.88
Harina de pescado	6	5	1.70	2.70
Caseína	6	5	1.70	3.22
Levadura torula + harina de soya	5	5	1.83	2.81

ocupó el segundo lugar. Es probable que el efecto superior de estos dos suplementos se haya debido a la acción de la cantidad de lisina y treonina que ambos contienen, y a su mayor concentración de proteína. La levadura torula y la harina de soya acusaron un efecto similar de suplementación, hecho que también es explicable si se compara la composición de aminoácidos esenciales de estos dos concentrados, sobre todo en lo que al contenido de lisina y treonina se refiere. Por último, la leche descremada y la harina de algodón pueden clasificarse como un tercer grupo en cuanto a su eficiencia de suplementación.

Otro punto de interés a considerar en la evaluación biológica de una proteína, usando el método de eficiencia proteica, es el nivel de proteína de la dieta. Es un hecho aceptado (2) que la concentración proteica de la dieta constituye un factor muy importante en la interpretación de los índices obtenidos. Actualmente, el nivel considerado como óptimo es el de 10% de proteína en la ración. En el presente estudio el suplemento proteico fue agregado a la dieta basal en porcentajes crecientes y, consecuentemente, las dietas experimentales no eran

isoproteicas. Por otro lado, ya que los niveles utilizados fueron iguales para todos los suplementos, era de esperar que aquéllos, con una mayor concentración de proteínas, manifestaran su efecto de suplementación al emplearse a las concentraciones más bajas, siempre y cuando aportaran la cantidad adicional necesaria de nitrógeno y contuvieran, al mismo tiempo, los aminoácidos esenciales en que es deficiente la proteína a suplementar. Tal es el caso observado en relación al efecto de la adición de harina de pescado o de caseína al compararlo con el producido por los demás suplementos estudiados, los cuales contienen menor cantidad de proteínas.

No menos importante es el hecho de que con el agregado del suplemento no sólo se mejora la calidad de las proteínas del arroz, sino también el porcentaje total de proteína. Por ejemplo, la adición de 8% de harina de soya (50% de proteína) aumenta el contenido proteico del arroz, que es de 6 a 7%, a uno de 10 a 11% en el producto enriquecido. Según lo revela el Cuadro Nº 6, la suplementación con las otras fuentes proteicas produce también un aumento similar.

Desde el punto de vista práctico, la incorporación de estos suplementos ofrece otras ventajas, como son: *a*) propiedades físicas y organolépticas esencialmente iguales a las del producto no suplementado, y *b*) preparación del alimento en forma exactamente igual al del producto libre de suplementación.

Como una desventaja podría citarse el hecho de que la preparación de la harina suplementada debe hacerse necesariamente a nivel industrial, ya que sería muy difícil llevarla a cabo a nivel individual. Además, la mayor parte del arroz se consume como grano y no en forma de harina, lo cual limita también la posibilidad de enriquecerlo. Para poder incrementar su valor nutritivo sería necesario adoptar un sistema semejante al que se emplea hoy día para el enriquecimiento del arroz con vitaminas. En términos generales, éste consiste, básicamente, en agregar al arroz corriente una proporción de granos sintéticos similares al arroz en estructura, pero formados a partir de las proteínas que demuestren mejorar la calidad proteica del arroz.

SUMMARY

Rice supplementation with protein concentrates

A series of experiments were carried out for the purpose of investigating the improvement in protein quality of rice by means of the individual addition of several protein concentrates of animal and vegetable origin. These included a high quality cottonseed flour, soybean flour, fish protein concentrate, skimmilk, torula yeast and casein. An experiment was also carried out using equal amounts of soybean flour and torula yeast together as a protein supplement.

The effects of the supplements were evaluated by means of the growth performance of young growing rats and calculation of the protein efficiency ratio.

Among the different protein concentrates tested, casein appeared to be the best to supplement rice protein, followed by fish protein concentrate, torula yeast, soybean flour, skimmilk powder and cottonseed flour. The amounts giving the highest performance varied between 6 and 10% of the diet. The results also indicated that the combination of 5% torula yeast and 5% soybean flour resulted in very good performance by the animal and a high protein efficiency ratio.

The effects of the supplements in improving the nutritive value of rice protein were ascribed to an increase in total protein concentration as well as to the correction of the lysine and threonine deficiencies of rice protein. These conclusions were corroborated by the high correlation between protein, lysine and threonine concentration in the protein supplement used and the resulting protein efficiency ratio.

BIBLIOGRAFIA

(1) Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists.** 7th ed., Washington, D. C., 1950.

(2) Braham, J. E., L. G. Elías, S. de Zaghi & R. Bressani.— Effect of protein level and time on carcass composition, net protein utilization (NPU) and on protein efficiency ratio (PER). **Nutrition et Dieta,** 9: 99-111, 1967.

(3) Castillo, A. S. & M. Flores.—Estudios dietéticos en El Salvador. II. Cantón Platanillos, Municipio de Quezaltepeque, Departamento de La Libertad. **Bol. Ofic. San. Panam.,** Suplemento Nº 2, p. 54-65, 1955.

(4) Flores, M. & E. Reh.—Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. I. Magdalena Milpas Altas. **Bol. Ofic. San. Panam.,** Suplemento Nº 2, p. 90-128, 1955.

(5) 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.

(6) Harper, A. E., M. E. Winje, D. A. Benton & C. A. Elvehjem.—Effect of amino acid supplementation on growth and fat deposition in the livers of rats fed polished rice. **J. Nutrition,** 56: 187-198, 1955,

(7) Kik, M. C.—Nutritional improvement of rice. **J. Am. Dietet. Assoc.**, 32: 647-650, 1956.

(8) Kik, M. C.—Rice protein supplementation - Further studies on the nutritional improvement of rice. **J. Agr. Food Chem.**, 8: 380-382, 1960.

(9) Beachell, H. M.—Rice. En: **The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed**, edited by Samuel A. Matz. Westport, Conn., The AVI Publishing Company Inc., 1959, p. 137-176.

(10) Manna, L. & S. M. Hauge.—A possible relationship of vitamin B_{13} to orotic acid. **J. Biol. Chem.**, 202: 91-96, 1953.

(11) Kik, M. C.—Nutritional improvement of rice diets and effect of rice on nutritive value of other foodstuffs. Ark. Agr. Expt. Sta. Bull., 698, 1965.

(12) 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.

(13) Reh, E. & C. Fernández.—Condiciones de vida y de alimentación en cuatro grupos de población de la zona central de Costa Rica. **Bol. Ofic. San. Panam.**, Suplemento Nº 2, p. 66-89, 1955.

(14) Sogandares, L. & G. de Barrios.—Estudios dietéticos en Panamá. I. La Mesa, Provincia de Veraguas. **Bol. Ofic. San. Panam.**, Suplemento Nº 2, p. 38-46, 1955.

(15) Sure, B.—Relative supplementary values of dried food yeasts, soybean flours, peanut meal, dried non-fat milk solids, and dried buttermilk to the proteins in milled white corn meal and milled enriched wheat flour. **J. Nutrition**, 36: 65-73, 1948.

(16) Sure, B., with the technical assistance of L. Easterling, J. Dowell & M. Crudup.—The addition of small amounts of defatted fish flour to milled wheat flour, corn meal and rice. Influence on growth and protein efficiency. **J. Nutrition**, 61: 547-554, 1957.

(17) Sure, B.—Effect of amino acid and vitamin B_{12} supplements on the biologic value of proteins in rice and wheat. **J. Am. Dietet. Assoc.**, 31: 1232-1234, 1955.

(18) Bressani, R., L. G. Elías, S. de Zaghi, L. Mosovich & F. Viteri.—The protein quality of cottonseed protein concentrate prepared by two different industrial processes. **J. Agr. Food Chem.**, 14: 493-496, 1966.

(19) Orr, M. L. & B. K. Watt.—Amino acid content of foods. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957. Home Economics Research Report Nº 4.

(20) General Data Sheet. Lake States Dried Torula Yeast U. S. P. XV. Rhinelander, Wisconsin, Lake States Yeast Corporation, 1959.